FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1912

THÈSE

85

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Paul CAYLA

Né à Curières (Aveyron), le 15 février 1886

LES BRULURES

PAR

LES COURANTS DE HAUT VOLTAGE

ET LEUR ROLE

DANS LA PROPHYLAXIE DE LA MORT

Président : M. RECLUS, *professeur.*

PARIS

PARRIEL & BRION, ÉDITEURS

21, RUE CUJAS (V^e^)

1912

85

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1912 — **THÈSE** — N° —

POUR

E DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Paul CAYLA
Né à Curières (Aveyron), le 15 février 1886

LES BRULURES

PAR

ES COURANTS DE HAUT VOLTAGE

ET LEUR ROLE

DANS LA PROPHYLAXIE DE LA MORT

Président : M. RECLUS, *professeur.*

PARIS
PARRIEL & BRION, ÉDITEURS
21, RUE CUJAS (V^e^)

1912

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. LANDOUZY.
Professeurs	MM.
Anatomie	NICOLAS.
Physiologie	Ch. RICHET.
Physique médicale	WEISS.
Chimie organique et chimie générale	DESGREZ.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutique générales	ACHARD.
	WIDAL.
Pathologie médicale	TEISSIER.
Pathologie chirurgicale	LEJARS.
Anatomie pathologique	Pierre MARIE.
Histologie	PRENANT.
Opérations et appareils	HARTMANN.
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET.
Thérapeutique	MARFAN.
Hygiène	CHANTEMESSE.
Médecine légale	THOINOT.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LETULLE.
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER.
	DEBOVE.
Clinique médicale	LANDOUZY.
	GILBERT.
	CHAUFFARD.
Maladies des enfants	HUTINEL.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale	Gilbert BALLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER.
Clinique des maladies du système nerveux	DEJERINE.
	Pierre DELBET.
	QUENU.
Clinique chirurgicale	RECLUS.
	N....
Clinique opthalmologique	De LAPERSONNE.
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU.
	BAR.
	PINARD.
Clinique d'accouchements	RIBEMONT DESSAIGNES.
Clinique gynécologique	POZZI.
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON.
Clinique thérapeutique	A. ROBIN.

Agrégés en exercice.

MM.

BALTHAZARD	DUVAL (Pierre)	LENORMANT	PROUST
BERNARD	GOUGEROT	LEQUEUX	RATHERY
BRANCA	GREGOIRE	LERI	RETTERER
BRINDEAU	GUENIOT	LŒPER	RICHAUD
BROCA (André)	GUILLAIN	MACAIGNE	ROUSSY
BRUMPT	JEANNIN	MAILLARD	ROUVIERE
CAMUS	JOUSSET (André)	MORESTIN	SCHWARTZ
CARNOT	LABBÉ Marcel)	MULON	SICARD
CASTAIGNE	LANGLOIS	NICLOUX	TERRIEN
CHEVASSU	LAIGNEL-LAVASTINE	NOBÉCOURT	TIFFENEAU
CLAUDE	LECÈNE	OKINCZYC	ZIMMERN
COUVELAIRE		OMBREDANNE	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE, A MA MÈRE

Hommage du plus grand amour filial et de la plus profonde reconnaissance.

A MES FRÈRES, A MA BELLE-SŒUR

Gage de la plus tendre affection.

A MES AMIS

AU DOCTEUR A. MAYNIER

Souvenir de tant de marques d'estime reçues ou de tant d'heures charmantes vécues ensemble.

A MES MAITRES

Témoignage de vive gratitude.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR RECLUS

Professeur de clinique chirurgicale à l'Hôtel-Dieu
Membre de l'Académie de médecine
Officier de la Légion d'honneur

Hommage de respectueuse reconnaissance pour le grand honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de cette thèse.

LES BRULURES

PAR

LES COURANTS DE HAUT VOLTAGE

INTRODUCTION

Dans la foule des accidentés du travail, foule sans cesse plus nombreuse à mesure que l'industrie mécanique prend une extension plus grande, les cas de brûlures par les courants électriques ne sont point rares. Les caractères cliniques assez spéciaux de ces brûlures, autant que leur évolution, ont été déjà décrits et sont à peine susceptibles d'une retouche. De sorte qu'on pourrait répéter avec l'auteur des *Caractères* : « Tout est dit et l'on vient trop tard. »

Or, en pareil cas, ce bon La Bruyère recommande de traiter avec la dernière rigueur ceux qui écrivent sans y être poussés par d'indispensables raisons, et ceci ne pourrait que nous affliger ; mais par contre, il juge dignes de la plus exquise indulgence ceux qu'une impérieuse nécessité amène à cette situation. Comme c'est bien la nôtre, il y a tout lieu d'espérer qu'on nous pardonnera, et les imperfections du travail, et le peu d'originalité du sujet.

Il ne faudrait pas cependant exagérer; car cet élément un peu mystérieux, qui se mue tour à tour en chaleur, force et lumière, et qui se montre agent thérapeutique très actif ou agent nocif au suprême degré, nous offre encore quelques problèmes à résoudre. C'est ainsi qu'on reste étonné devant l'ouvrier qui, après être resté en contact plusieurs minutes avec un courant de 3 à 4000 volts, n'a éprouvé que des brûlures plus ou moins graves, tandis que le plus souvent un autre ouvrier, dans des conditions apparemment analogues, tombe électrocuté sur le champ. Comment expliquer d'une part, un dommage, souvent grave quant à la fonction du membre intéressé, mais bénin quant à la vie, et de l'autre le choc suivi de mort ?

Telle est l'une des questions agitées au Congrès international de Médecine légale de Bruxelles en 1910, posée précédemment par notre compatriote et ami le Dr Besson de Lille dans ses conférences sur les accidents du travail et que nous reprenons sous son inspiration pour en faire le sujet de notre thèse.

C'est que la brûlure grave, et même plus efficacement qu'elle est plus grave, semble préserver le blessé des accidents mortels. Elle paraît constituer pourrait-on dire la rançon de la vie. C'est cette idée du rôle prophylactique que les travaux précédents sur les brûlures par les courants de haut voltage ont jusqu'ici laissé à l'état d'ébauche et que nous allons tâcher de mettre en lumière.

Mais une étude préliminaire s'impose : c'est celle des conditions dans lesquelles se produisent les brûlures.

Quels sont les divers effets dus au contact des courants

avec le corps humain et quelles variations sont apportées à ces effets par les différentes qualités du courant ou les états différents du corps humain ? Telles sont d'abord les questions à résoudre. Une exquisse rapide des caractères cliniques, de l'évolution et du traitement, trouvera ensuite sa place toute marquée. Enfin l'exposé des observations fera ressortir les caractères et surtout le rôle des brûlures, c'est-à-dire l'idée énoncée dès le début.

Ainsi se terminera cette étude succincte, faite toute entière sous l'inspiration du Dr Besson et d'après les renseignements de M. le professeur agrégé Mauclaire : ce dont nous les remercions bien sincèrement. Sur sa valeur et sa destinée ajoutons qu'il convient de ne pas s'illusionner et nous en avertissons prudemment le lecteur, si, fait dont il existe probablement peu d'exemples, il pouvait se trouver un hypothétique lecteur.

Habent sua fata libelli

CHAPITRE PREMIER

Définition

Si, avec le professeur Reclus, « on nomme brûlures, les lésions produites sur nos tissus par la chaleur et par certaines substances dites caustiques », avec Mally, il faut entendre par brûlure électrique « toute *lésion circonscrite de la peau et des tissus sous-jacents produite par le contact direct d'un conducteur électrique avec le corps humain.* »

Cette définition élimine *une série de lésions d'ordre thermique*, qui ne présentent pas de caractères spécifiques et doivent être séparées nettement de la brûlure envisagée ci-dessus. Telles sont les lésions produites par le rayonnement d'un foyer électrique intense, l'allumage accidentel d'un arc entre deux conducteurs ou la fusion d'un conducteur au voisinage du corps humain.

Dans ce dernier cas, en effet, le blessé se trouve dans les mêmes conditions que l'ouvrier métallurgiste atteint par de l'acier ou de la fonte en fusion. De même dans la production subite d'un arc, dans ce que les électriciens appellent le « coup de feu », l'on ne constate le plus souvent que des brûlures légères dues à l'étincelle

et atteignant principalement les paupières et la conjonctive, parfois l'iris et la rétine, ainsi que l'a décrit Darier.

Des brûlures plus graves pourraient cependant résulter du *coup de feu* ainsi que le montre une observation de Néry. Mais dans ce cas elles ne différaient pas essentiellement de celles produites par les décharges électriques puissantes, telles qu'une grande batterie de bouteilles de Leyde ou la foudre. Elles se présentaient en effet sous forme de petites taches arrondies, grisâtres, alors que celles de la foudre, accompagnées de pigmentations brunâtres, se montrent sous forme d'arborescences appelées *figures de foudre* (*Blitz figuren*) par les Allemands.

Quant aux lésions produites par le *rayonnement* ou *coup de soleil électrique* elles sont plutôt l'effet des rayons chimiques, violets et ultra-violets; rayons que Tyndall a trouvés très nombreux dans la lumière électrique intense, comme celle, par exemple, qu'il a été donné au Dr Desfontaines d'expérimenter au Creusot au cours d'essais sur la soudure directe de l'acier. L'intensité atteignit dans ce cas 10.000 lampes Carcel.

Les lésions observées dans ce cas sont les suivantes : rougeur et prurit, vite remplacés par la sensation de cuisson. Le lendemain l'épiderme se ride et se craquelle; les jours suivants il desquame en fines lamelles. Dans les formes plus marquées, la rougeur peut être très vive, le gonflement très apparent, la cuisson intense, la douleur insupportable. On peut voir apparaître des phlyctènes à liquide clair, lesquelles ne tardent pas à se dessécher, tandis que la peau desquame. L'évolution, comme

l'étiologie, est en tout comparable à celle de l'érythème solaire ; et tout comme ce dernier, il atteint les peaux délicates et fines, surtout dans les parties du tégument habituellement non découvertes. Comme lui encore, il peut avoir l'aspect d'une brûlure ordinaire du premier degré, mais il s'agit bien ici d'une éruption érythémateuse, d'un érythème actinique dû aux rayons chimiques.

Fréquence des brulures

Cette distinction parmi les effets thermiques des courants étant faite en vue d'éviter les erreurs de diagnostic, il s'ensuit que les cas de brûlure par contact, qui seuls nous intéressent, sont relativement peu nombreux. Sans doute le nombre des applications de l'électricité va s'accroissant tous les jours ; innombrables sont les conducteurs de force motrice qui sillonnent les régions industrielles et même les pays de montagne, car c'est-là l'origine de cette houille blanche qui sera peut-être bientôt l'unique source d'énergie. Néanmoins plutôt rares sont les cas de brûlures chez des individus qui par ignorance ou forfanterie ont grimpé à un support, ou qui ont reçu sur leur tête le choc d'un câble fortuitement rompu. C'est dans les lieux de production ou d'utilisation de la force motrice que les brûlures se rencontrent plus fréquemment. Dynamos, alternateurs, génératrices de toutes sortes, transformateurs, tableaux de distribution, sont le plus souvent en cause. D'où il résulte que les victimes des courants électriques se

recrutent surtout parmi les **ouvriers électriciens**, parfois parmi le **personnel scientifique** au cours d'expérimentations, ou parmi le **public** dans des circonstances toutes spéciales.

C'est d'Amérique, naturellement, que nous sont venus les premiers cas. Est-ce parce que les applications de l'électricité y ont reçu un développement plus considérable que partout ailleurs? Est-ce parce que les premières installations furent faites dans de mauvaises conditions? Toujours est-il que le Sénat de New-York s'en émut et nomma une commission pour étudier les causes de ces accidents et prendre les mesures propre à les enrayer.

Les législateurs de tous les pays ont depuis établis des règlements qui constituent d'excellents moyens prophylactiques. Par suite, la fréquence des cas ne s'accroît pas proportionnellement à l'extension prise par l'industrie électrique; mais il n'en saurait être de même de la **gravité**: car les ingénieurs électriciens dans le but d'économiser cuivre et capitaux tendent à élever la tension. Si les chiffres de 8 à 10.000 volts ont pu paraître naguère énormes, les lignes modernes sont capables de supporter 30.000 à 50.000 volts et plus. Il est prévu plus de 100.0000 dans le grand projet d'alimentation de Paris en force motrice par le Rhône; pour avoir une tension bien moindre, un conducteur d'un mètre carré de section suffirait à peine: ce serait d'ailleurs en pure perte au point de vue sécurité, puisque la tension, quoique moindre, serait encore suffisante pour causer des accidents mortels.

Peut-on se faire une idée malgré tout de la fréquence des brûlures? Tschmark, dans sa carrière de médecin-légiste, n'a rencontré que 10 cas de brûlures, avec deux morts. Quénu n'a pu réunir que trois cas de brûlure dans la région du crâne. Minot qui a pu compulser les registres d'accidents du travail au Métropolitain n'a noté que deux accidents mortels depuis l'été de 1900, date de l'ouverture, jusqu'en 1908. Durant les quatre premiers mois de 1908 il a pu relever 14 cas de brûlures légères, 8 en janvier, 4 en mars, et 2 en avril, contre 8 commotions ou éblouissements survenus dans le même temps. Nous regrettons qu'on ne nous ait pas permis d'apporter une statistique plus récente, en vue de la comparaison, mais on conviendra tout de même d'après ces chiffres que la brûlure est relativement peu fréquente si l'on considère qu'il s'agit d'une des plus vastes entreprises de traction électrique.

Quant aux parties du corps le plus souvent atteintes, ce sont inévitablement les mains, puis les pieds, ou bien l'extrémité des membres inférieurs, car c'est là le point où le courant dérivé quitte le corps pour gagner le sol. L'un des blessés de Besson en est un exemple frappant. La tête est aussi très exposée, surtout lorsque l'ouvrier grimpe à un support pour poser ou réparer les câbles.

CHAPITRE II

Etiologie

Ainsi définie, la brûlure est principalement le résultat de l'action thermique du courant ; mais cette action elle-même est soumise à des variations, tenant, les unes au courant, les autres à l'individu.

Avec un conducteur métallique ou électrolytique homogène, la *loi de Joule* serait tout de suite applicable et la quantité de chaleur dégagée dans un temps donné serait proportionnelle à un coefficient constant, au carré de l'intensité du courant, à la résistance du conducteur et à la durée du contact : ce que traduirait la formule KI^2rt. Mais ici la présence du corps humain, c'est-à-dire d'un solide plus ou moins imbibé de liquides, vient changer les données du problème, y introduire de multiples causes d'erreur et leur enlever toute précision mathématique. De sorte que si la quantité de chaleur dégagée, et par suite la production d'une brûlure plus ou moins grave, peut dépendre de l'intensité, de la résistance et du temps, d'autres facteurs, physico-chimiques et biologiques, interviennent qui modifient les résultats.

Situation du corps vis-à-vis du courant

Le corps humain, lui, peut occuper vis-à-vis du courant nocif deux situations différentes.

Il peut mettre en communication deux conducteurs de tension différente. Tel le cas rapporté par Robinson de Syracuse où un enfant grimpé à un arbre pour prendre un nid, tombe et s'accroche d'une main à un conducteur, tandis qu'un pied vient prendre contact avec un second conducteur.

Le corps peut constituer encore un circuit dérivé entre deux pôles d'un même conducteur comme le fut le blessé observé par Mally, qui d'une main serrait un boulon positif et de l'autre toucha une barre négative (contact bipolaire). La dérivation enfin peut se faire avec le sol, celui-ci constituant la voie de retour à la génératrice, car toute génératrice, si bien isolée soit-elle, à toujours des fuites. Aussi ces cas de contact monopolaire sont-ils de beaucoup les plus fréquents. Ajoutons qu'il peut n'être pas direct, soit avec le sol, soit avec le courant : ce qui diminue peut-être d'autant les chances de l'accident mortel. Tel le cas classique de l'ouvrier qui est au haut d'une échelle en train de réparer un conducteur et heurte par mégarde un fil voisin, ou celui plus rare où le courant a pu s'établir à travers la corde mouillée d'un cerf-volant jeté par le vent sur un câble électrique.

Variations dans l'action du courant

L'action du courant sur le corps humain occupant une de ces deux situations possibles est soumise à des variations multiples. La première tient à la **forme même du courant**, lequel peut être ou *continu* ou *alternatif*. Jellinek de Vienne considère le premier comme plus nocif, même au point de vue de l'accident profond, de l'accident ayant un retentissement sur tout l'organisme. Cette opinion n'est pas partagée par tous les expérimentateurs et notamment pas Prévost et Batelli. Nous verrons qu'il se comporte sensiblement à ce point de vue comme le courant alternatif ; mais là ou tous les auteurs sont d'accord, c'est pour lui attribuer des effets locaux beaucoup plus graves.

A l'action thermique s'ajoute en effet *une action électrolytique* propre, action d'autant plus importante que la quantité d'électricité ayant traversé le corps sera plus grande. Dans le cas rapporté par Mally on pourrait peut-être s'étonner de ce qu'un courant continu de 2.800 volts n'ait pas produit des brûlures dépassant le tissu cellulaire sous-cutané ; mais si l'on considère que la quantité d'électricité ne dépend pas seulement de l'intensité du courant, mais aussi du temps, c'est probablement à la brièveté de ce dernier qu'il faut rapporter la bénignité de la brûlure citée plus haut.

Remarquons que *cette action électrolytique donne à la brûlure un aspect assez spécial* : sèche et dure au

niveau de l'entrée du courant, elle est molle et savonneuse au niveau de la sortie : ce qui a amené certains auteurs à décrire deux espèces de brûlures, les brûlures sèches et les brûlures molles. Celles-ci cependant sont rares, vu le nombre considérablement plus grand des courants alternatifs ou polyphasés, dont l'emploi est très avantageux pour le transport de la force à distance ; tandis que la galvanoplastie et le chargement des accumulateurs exigent seuls l'emploi des courants continus.

Ces quelques remarques relatives à l'action un peu spéciale des courants continus étant faites, revenons aux courants alternatifs.

La première qualité, de laquelle va dépendre la gravité de la brûlure, c'est **l'intensité du courant**. La quantité de chaleur dégagée serait, on l'a vu, d'après la loi de Joule, proportionnelle au carré de cette intensité ; et comme cette intensité est fonction de la différence de potentiel ou voltage, l'on peut dire que la gravité de la brûlure dépendra, toutes les conditions de résistance et du temps demeurant les mêmes, de la hauteur du voltage.

La gravité dépendra encore de **la densité du courant** c'est-à-dire de son intensité considérée par rapport à la surface sur laquelle il s'applique : ce qui signifie que plus le courant sera puissant et plus petit sera le point de contact, plus les effets nocifs seront considérables, en vertu de la formule $D = \frac{I}{S}$.

Il y aura maximum d'action quand il y aura minimum

de surface. Ainsi, expérimentalement et thérapeutiquement, pour produire une brûlure, il suffit de 5 à 10 volts et de quelques milliampères, pourvu que l'électrode soit constituée par un simple aiguille. La densité du courant est alors considérable, lequel courant est, pourrait-on dire, concentré sur un point.

La deuxième condition, dans la production de la brûlure c'est la **résistance opposée au passage du courant.** Cette résistance, soumise à des variations diverses dont l'appréciation échappe, siège surtout dans la peau. Celle du corps serait insignifiante, si l'on compare les épaisseurs traversées. Ainsi Grange aurait trouvé chez le chien une résistance de 50.000 ohms, tombant à 25.000, lorsque la peau a été enlevée. D'autres auteurs ne trouveraient pas beaucoup de différence lorsque les électrodes sont placées de chaque côté du tronc ou en des points très voisins du tégument.

Enfin l'expérience suivante paraît concluante pour démontrer le rôle joué par la peau. Si l'on plonge une main dans un cristallisoir relié au pôle positif et le bout d'un doigt dans un second cristallisoir relié au pôle négatif, il suffit d'enfoncer un peu le doigt pour constater une déviation croissante dans le galvanomètre monté sur le courant.

Cette **résistance de la peau et ses variations** ont été diversement attribuées à sa structure, à son imprégnation par un liquide ou à sa vascularisation. Etudions donc le rôle de ces différents états de la peau et nous verrons ensuite à quoi, d'après Leduc, tient réellement la résistance du corps humain.

De par *sa structure* même, notamment dans ses couches superficielles, la peau rude et hâlée de l'adulte présenterait plus de résistance au courant que la peau blanche et potelée de l'enfant, la main cailleuse de l'ouvrier, plus que la main fine du bureaucrate. De 40.000 ohms chez ce dernier, la résistance pourrait être, d'après Jellinek, de 100.000 ohms et bien davantage chez le précédent, jusqu'àpouvoir lui permettre de toucher sans grande commotion un courant de 5.000 volts, tout comme s'il avait un gant de caoutchouc ou un isolant quelconque. Sur le même individu d'ailleurs, elle varierait considérablement suivant la partie du corps en contact. Maximum à la main, elle serait minimum aux aisselles par exemple, avec 5.000 ohms, ou aux lèvres encore avec 800.

De par *son imprégnation par un liquide*, c'est-à-dire suivant sa sécheresse ou son humidité, la peau conduirait différemment le courant. De 15.000 ohms dans le premier cas, la résistance tomberait à 5.000 dans le second. Grange aurait trouvé chez le chien une différence de 20.000 ohms après avoir rasé, nettoyé, décapé la peau afin d'éviter les causes d'erreur extrinsèques. C'est grâce à l'état permanent d'humidité dans lequel se trouvent les muqueuses du fait de leurs secrétions que le courant passe bien à leur niveau : 800 ohms de résistance ou plus au niveau du rectum. C'est encore grâce à l'état de moiteur constante du tégument que les Basedowiens présentent une résistance moindre (*signe de Vigouroux*).

Très analogue à l'imprégnation du tégument, serait la *vascularisation*. La résistance diminuerait avec la vasodilatation parce que le sang est meilleur conduc-

teur, et diminuerait avec la vasoconstriction Toutes les causes influant sur le système vaso-moteur auraient donc une répercussion sur la résistance électrique du corps humain. Mais cette notion, bien mise en lumière par G. Dumont, n'est pas acceptée par tous les auteurs. Poncin de Bordeaux, opérant avec l'ohmmètre du professeur Bergonié, a trouvé des résultats contradictoires. Weiss n'y attache pas non plus grande importance, car, après avoir placé une bande d'Esmarch sur un bras, il n'a pas trouvé de variation notable. Il faudrait plutôt d'après lui, rattacher les écarts à l'état thermométrique.

Enfin Leduc de Nantes, partant d'un autre principe dans la mesure de la résistance du corps humain, a dénié tout rôle aux différents états de la peau considérés jusqu'ici.

La résistance du corps ne diffère guère, on l'a déjà vu, de celle de la peau. Or, la résistance que la peau oppose au déplacement des ions, déplacement sans lequel la conductibilité électrique ne se produit pas, est très variable. Elle dépend essentiellement du voltage, c'est-à-dire *de la vitesse* à laquelle sont introduits les ions et *de la nature même de ces ions.* Il y aura donc autant de courbes de conductibilité, ou inversement de résistance, qu'il y aura d'espèces d'ions et, pour chaque espèce d'ion autant de courbes que de différents voltages. Tant que la peau n'est pas saturée par l'ion qui y pénètre, sa résistance est à l'état variable, et c'est à ce moment que la plupart des mesures auraient été faites: ce qui expliquerait les divergences. Mais une fois les tis-

sus saturés d'ions on a, comme avec un conducteur métallique, $R = \frac{E}{I}$. Et dans les mêmes conditions de points d'application, de grandeur des électrodes, de nature des ions et de voltage, on aura toujours des résultats identiques.

De plus le déplacement des ions ne va pas sans *cataphorèse*, sans phénomènes d'entraînement, ainsi qu'il est facile de le mettre en évidence sur un œuf ou un bloc d'albumine : tandis qu'à l'anode il y a dessication, à la cathode il y a gonflement. De même pour les tissus vivants : à l'anode il y a formation d'eau, à la cathode il s'en échappe, laquelle est remplacée par celle venant des tissus. Or la cataphorèse, en imbibant la peau, la rend moins résistante au déplacement des ions c'est-à-dire au passage du courant.

De même il est facile de comprendre que l'**interposition d'un vêtement sec**, par conséquent mauvais conducteur, ne soit pas non plus chose négligeable. Elle doit avoir une répercussion sur les effets locaux du courant, sur la brûlure. Par contre tout ce qui rendra le contact plus parfait, surtout l'humidité des électrodes, favorisera l'action profonde du courant, en facilitant son passage. Aussi voilà pourquoi, pour éviter la brûlure et obtenir un effet général maximum, les exécuteurs des hautes œuvres en Amérique adoptent le dispositif suivant : Casque métallique coiffant bien le crâne, électrode spéciale s'adaptant bien au siège ou à un membre inférieur, cela par l'intermédiaire d'éponges constamment mouillées. Ainsi, la largeur des électrodes, ce qui dimi-

nue la densité du courant, leur état d'humidité et celui de la peau, ce qui offre moins de résistance au courant, tout concourt à rendre nocive l'action de ce dernier.

L'expérience de Mally démontre également très bien le rôle de l'un et l'autre facteurs.

Un chien anesthésié reçoit sur l'épigastre une électrode de 100 centimètres carrés bien mouillée, en relation avec le pôle positif. Le négatif, une tige de cuivre de 3 millimètres de diamètre, est tenu à la main et appliqué au-dessous du genou gauche pendant deux secondes. Le courant, de 440 volts, produit une perte de substance considérable ; la peau, le tissu cellulaire, les muscles sont creusés d'une excavation régulière dont le fond atteint le tibia. Cette perte de substance a lieu avec un bruit de sifflement, un dégagement de fumée et une odeur très pénétrante de chair brûlée. Aucune trace n'est à remarquer à l'électrode positive.

Le dispositif restant le même, l'électrode négative est représentée cette fois par une plaque d'étain de 20 centimètres carrés de surface et recouverte de peau de chamois bien mouillée. Elle est appliquée à la face interne de la cuisse droite pendant le même temps et avec le même voltage. Encore ici pas d'action apparente à l'électrode positive ; à l'électrode négative cette fois, la peau est parcheminée, comme desséchée ; l'électrode est très chaude et l'eau qui imbibait la peau de chamois a été totalement vaporisée.

Enfin, si l'on fait abstraction de l'augmentation de résistance due au pannicule adipeux, mauvais conduc-

teur, le dernier facteur à considérer dans l'effet thermique des courants, c'est la **durée du contact.**

Il serait superflu d'insister sur une notion si évidente : aussi contentons-nous de quelques remarques sur ce qui peut, soit abréger, soit prolonger la durée du contact. A ce moment, s'il s'agit surtout d'un courant alternatif, le corps est pris de *convulsions* dans tous ses muscles, et il peut être projeté à distance. Ainsi l'un des blessés de Besson fut projeté à terre avec tant de violence qu'il alla retomber quelques mètres plus loin ; celui de Quénu fut précipité au bas d'un pylone de 22 mètres, auquel il avait grimpé par fanfaronnade.

Mais lorsque le contact s'établit sur une main en flexion le résultat est tout autre. La *contracture des fléchisseurs* empêche la victime de lâcher prise et la rive au conducteur. C'est l'accidenté de Besson dont la main droite resta crispée sur une spire d'alternateur ; c'est l'ingénieur, cité par Biraud, qui raconte lui-même qu'il était « fixé » à la machine. La durée de contact n'a alors pour limite que l'empressement avec lequel on porte secours à la victime : deux minutes au moins dans le cas de Besson, un quart d'heure dans celui de Tschmark.

Si en résumé nous voulons énumérer les diverses conditions qui règlent la formation et la gravité des brûlures, nous dirons que ces brûlures dépendent de la forme du courant : continu ou alternatif,— de l'intensité du courant ou encore du voltage, — de la densité du courant proportionnelle à l'exiguïté du contact,— de la

résistance de la peau, dépendante de son état de sécheresse ou du vêtement qui la recouvre, — enfin de la durée du contact, que la contacture des fléchisseurs vient parfois si malheureusement prolonger.

CHAPITRE III

Symptômes et évolutions

La brûlure électrique, produite dans les conditions énumérées plus haut, peut présenter des aspects très divers suivant sa gravité ; et la vieille classification de Dupuytren en 6 degrés, depuis l'érythème jusqu'à la carbonisation totale, pourrait se retrouver ici comme avec les brûlures dues aux autres formes de calorique.

Néanmoins comme, dans l'eschare, il est parfois assez difficile de distinguer exactement le plan anatomique lésé, comme, d'autre part, les symptômes locaux et généraux ne sont pas nettement tranchés pour chaque degré, on peut plus simplement, avec Oliveira Néry, les diviser en deux grandes classes : *superficielles et profondes.*

Les **brûlures superficielles**, produites par le contact avec un conducteur, se présentent sous un *aspect assez variable.* Ce sont parfois des taches de petite dimensions, *punctiformes*, *arrondies* ou ovalaires, quelquefois en forme de sillon. Elles ont un aspect *grisâtre* ou gris ardoisé. Les bords en sont irréguliers, avec un petit liseré blanchâtre ; leur consistance est tantôt

dure et parcheminée, tantôt molle, dépressible, donnant l'apparence d'une érosion superficielle.

D'autres fois elles prennent la forme de cercles nacrés, présentant à leur centre un point noir ; cette coloration les distingue des brûlures à pigmentation brunâtre produites par la foudre et appelées « taches punctiformes ou lenticulaires » par Sestier et Méhu, « figures de foudre » par les auteurs allemands.

On a dit qu'il n'y avait pas de phlyctènes. En réalité, il n'en est rien, comme le montre l'observation de Dubousquet-Laborderie ou celle de Berson, mais en fait elles apparaissent tardivement, quelquefois quatre ou cinq jours après l'accident. Toutefois il faut se mettre en garde contre celles qui pourraient être dues au flambage des vêtements, fait qui n'est pas rare.

Si les brûlures superficielles ne se différencient pas énormément des brûlures ordinaires du même degré, les **brûlures profondes** (à partir du 3e degré), présentent en revanche beaucoup plus d'intérêt, et de par leur symptomatologie bien propre et de par leur évolution assez spéciale.

De l'aspect, on peut en faire deux descriptions différentes suivant qu'elles sont à eschare, ou sans eschare.

Les *brûlures à eschare* se montrent d'emblée noires, parcheminées, résonnant sous le stylet. Les bords en sont très limités. Elle sont comme *scellées* dans les *tissus*. Tout au plus peut-on voir apparaître dans les parties voisines quelques phlyctènes à contenu plus ou moins sanguinolent.

Chose curieuse, la peau sur laquelle s'élèvent ces

phlyctènes et dont l'état semblait bon, peut se décoller les jours suivants et sa chute précéder de très longtemps celle de l'eschare produite par la brûlure : cette gangrène des tissus dans la région voisine de la lésion primitive a du reste été bien notée par Dupuytren dans ses leçons cliniques. « L'eschare détachée, dit-il, est toujours plus grande qu'elle ne paraissait au moment de la brûlure. »

Les *brûlures sans eschare*, elles, se présentent sous l'aspect de cavités creusées plus ou moins profondément dans l'épaisseur des tissus. Dire que la perte de substance, est en *coup de curette*, à *l'emporte pièce*, en forme de *cratère*, c'est autant de synonymes pour dépeindre le même aspect absolument typique. Jusqu'au blessé lui-même, observé par Besson, qui trouvait que sa blessure était creusée comme une *fosse*.

Il va sans dire que la profondeur de cette « fosse » est assez variable depuis le derme jusqu'aux masses musculaires et à l'os lui-même. Celui-ci peut être atteint et porter les traces de l'action térébrante, si l'on peut dire, du courant. Dans une observation de Néry le blessé portait au milieu de la face palmaire de la deuxième phalange du pouce un petit orifice large comme une lentille ; à la face dorsale existait un orifice semblable et un stylet introduit traversait sans difficulté toute l'épaisseur du doigt. Celui-ci avait été donc perforé, « *tunellisé* » aussi bien qu'aurait pu le faire une tréphine, ou un perforateur quelconque. De même la trépanation a montré chez le blessé de Quénu que la rondelle d'os nécrosé avait son centre perforé.

Le fond de ces brûlures est le plus souvent irrégulier, grisâtre, parfois semé d'îlots d'un rouge sombre. Les bords sont nettement découpés, à pic, tranchant sur les téguments circonvoisins ; il n'y a pas de brûlures d'un degré moindre allant par gradation du centre à la périphérie. Semblable à un bloc homogène, la brûlure est partout du même degré.

Les **symptômes généraux** ne sont pas moins caractéristiques. Telle est d'abord l'*absence de douleur*.

La douleur en effet, qui caractérise la première période, ne fait jamais défaut dans les brûlures ordinaires. Plus vive et plus précoce avec les brûlures du premier et du second degré, surtout étendues, la douleur peut être si aiguë que Dupuytren a admis la possibilité de la mort. Une trop grande dépense de sensibilité nerveuse tuerait comme une trop grande perte de sang. Ici rien de pareil.

La lésion reste *indolore* non seulement au moment de sa production, mais même durant sa cicatrisation. Ainsi l'un des blessés de Besson qui avait eu la sensation d'avoir *les bras coupés à leur racine* ne découvrit sa brûlure qu'à la perforation de son vêtement ; il reprit son travail le soir même et ne souffrit jamais durant les deux mois de la réparation. A tel autre, c'est la glace, dans laquelle il se regardait par hasard, qui fit découvrir une brûlure de la face. L'accidenté de Quénu, tombé de 22 mètres, se plaignait de sa cuisse cassée mais pas du tout de sa brûlure du crâne. Comparant ses récentes brûlures aux anciennes, produites par l'eau bouillante, un des blessés d'Oliveira Néry trouvait qu'elles *n'étaient absolument rien*.

L'amputation d'un pouce a pu être pratiquée sans anesthésie, seul le passage de l'aiguille à sutures en tissu sain ayant provoqué de la douleur.

Ainsi, à la grande surprise des malades eux-mêmes, l'absence de douleur se dégage de la plupart des observations. Assez rarement les victimes n'ayant pas perdu connaissance ont pu accuser une sensation douloureuse au moment de l'accident. Ces cas correspondraient aux accidents provoqués par des tensions moyennes, dans le court moment où s'opère la destruction du derme. Cette douleur disparaît d'ailleurs très vite. Certains auteurs l'ont vue persister ou réapparaître ; en tout cas elle est généralement atténuée et n'empêche ni le sommeil ni le repos.

Comment expliquer cette absence de douleur, l'un des grands arguments invoqués par les partisans de l'électrocution. Faut-il l'attribuer aux altérations des terminaisons nerveuses sensitives ? Schield et Delépine ont trouvé cependant, dans le seul cas où ils aient fait une étude histologique, les corpuscules de Meissner intacts. M^me^ Nageotte soutient que le meilleur moyen analgésique et le moins inoffensif consiste à maintenir la brûlure rigoureusement aseptique. D'après elle « les brûlures qui ne suppurent pas, ne sont le siège d'aucune douleur, quelle que soit leur étendue, aussitôt qu'elles sont mises à l'abri de tout contact et du froid ». Avec l'asepticité, il est vrai, qui est encore un caractère de ces brûlures, cette idée semblerait trouver ici confirmation.

D'autre part, cette absence de douleur ne peut-elle

pas être d'ordre central et relever de l'état de choc si fréquent dans ces accidents? Sans doute, puisque la perte de connaissance et le coma, profond jusqu'à l'état de mort apparente, ont été assez souvent notés. Mais pour être fréquents, ces cas n'en laissent pas moins subsister deux dans lesquels le blessé conserve une conscience exacte et peut accuser des sensations très nettes. Celui de Besson ne perdit pas connaissance immédiatement et s'il eut l'impression de « s'en aller », il n'éprouva pas de vraie sensation douloureuse.

Pas plus que la douleur, on ne trouve encore ici généralement les *accidents dus aux brûlures ordinaires, surtout étendues*. On n'observe pas cet état grave caractérisé par de la somnolence, un pouls imperceptible, des mouvements respiratoires irréguliers, de l'anurie, de l'hypothermie. On ne voit pas non plus consécutivement ces congestions viscérales se traduisant par de l'anxiété et du délire, des vomissements et de la diarrhée, de la dyspnée et de la fièvre. On a noté cependant un peu d'excitation et de la céphalalgie, et dans les cas de brûlures énormes, comme ceux de Caillaud ou de Bazy quelques-uns des symptômes énumérés ci-dessus.

Évolution

Le dernier caractère des brûlures électriques c'est d'évoluer *sans suppuration;* mais pas plus que l'absence de douleur, il ne doit être pris dans un sens absolu. Le blessé de Quénu suppurait depuis six mois, lorsqu'on

se décida à une trépanation que légitimait l'insuccès du traitement conservateur appliqué par Mason et Lester. Le résultat à atteindre doit être pourtant la cicatrisation sans pus; et de ce fait, sous le couvert d'un pansement bien aseptique, l'évolution de la brûlure est des plus simples et des plus heureuses.

Avec une petite eschare, la réparation s'opère assez vite; le nouvel épiderme se montre rouge et luisant au-dessous; et bientôt il ne reste plus qu'une petite dépression. En général, la réparation se fait bien, surtout lorsque l'eschare n'est pas trop profonde. Avec une brûlure du troisième degré, les surfaces dénudées, apparaissent lisses, rouge vif, très vascularisées. Lentement, parfois assez vite, la *cicatrice est obtenue, souple, sans brides,* épaisses, sans adhérences profondes, comme c'est la règle dans les brûlures ordinaires. Lorsqu'au lieu d'une eschare il existe une de ces « cratères » si caractéristiques, le fond, d'aspect noirâtre, s'élève peu à peu; mais jamais assez pour combler la perte de substance et pour éviter les rétractions des téguments voisins, les déformations et les impotences plus ou moins graves qui en résultent. La surface cicatricielle est lisse et souple au toucher, jamais d'aspect chéloïdien, comme le montrent les deux observations de Besson. Dans l'une d'elles, même, la cicatrice était si souple, si unie, qu'elle pouvait donner l'illusion d'une greffe de Thiersch.

Jamais, au grand jamais, surtout avec la brûlure profonde, le « cratère », on n'a constaté un suintement ou une suppuration, du moins abondante. L'un des blessés de Besson qui se contentait de faire un pansement som-

maire avec une pommade astringente, dit lui-même que sa plaie resta « sèche ». Par contre la brûlure du crâne observée par Quénu suppura un peu sur un de ses bords alors que le reste resta sec, nécrosé. Mais ici comme pour la douleur il faut savoir distinguer la brûlure par flambage des vêtements ou par fusion des clous de la chaussure : auquel cas l'évolution se poursuit comme pour les brûlures ordinaires et ne présente rien de spécial : il faut aussi à l'occasion savoir faire la part du manque d'asepsie dans les pansements ou les interventions.

On a dit que *les brûlures électriques sont très longues à guérir*. Et de fait certaines observations semblent le démontrer. Ainsi Besson n'a obtenu la réparation complète dans un cas qu'au bout de dix-huit mois. Quénu a dû faire une trépanation au bout de six mois d'un traitement conservateur qui menaçait de s'éterniser, mais il faut considérer que ce sont-là des cas très graves des cas où la brûlure s'étend jusqu'à l'os qui sonne sous le stylet au fond du « cratère ». Même avec les brûlures ordinaires, l'élimination de l'eschare et la réparation de la perte de substance demandent beaucoup de temps; principalement lorsque la lésion siège au crâne, ainsi que le démontrent les « scalping accidents ». Ces cas mis à part, il faut bien reconnaître avec divers auteurs Oliveira Néry, Mally, Dubousquet-Laborderie principalement, que *l'évolution de la brûlure est assez rapide*, parfois même très rapide, surtout *lorsqu'elle ne dépasse pas le troisième degré* et ne suppure pas.

Comment expliquer l'évolution aseptique de la brû-

lure par l'électricité ? Sans doute, on ne saurait accorder trop d'importance à la chaleur qui tue le microbe ou lui coupe les vivres, si l'on peut ainsi s'exprimer, en déshydratant les cellules et en transformant la matière albuminoïde en une substance cornée impropre à son développement. L'effet produit ne diffère pas de celui du thermocautère ou du chalumeau spécial à 1500 degrés employé jadis par Félizet dans le flambage des plaies. Mais cela ne suffit pas et il faut faire une grande place à l'action chimique.

Complications

Les *complications locales* de ces brûlures sont rares. Beaucoup moins qu'avec les brûlures ordinaires on trouve des accidents infectueux, tels que : phlegmons diffus, erysipèle, septicémie, et dans les brûlures profondes à grande eschare des hémorragies foudroyantes. Besson a pu constater dans un cas de la lymphangite et Mason et Lester ont vu mourir de complications méningées un individu atteint de brûlures du crâne. Mais la contraction permanente des vaisseaux ainsi que les coagulations sanguines s'opposent à l'extension des germes, s'il pouvait en rester, et de plus préservent le blessé des hémorragies qui suivent la chute de l'eschare.

Quant aux *complications d'ordre général*, on a vu qu'il n'y avait pas de réaction inflammatoire, pas d'accidents congestifs, un peu de céphalalgie parfois au début, quelques vomissements,un peu d'albumine. Tantôt immédiatement, tantôt plusieurs jours après, on a

pu observer comme Caillaud un léger délire et de l'excitation qu'une piqûre de morphine ont rapidement calmés. Dans ce dernier cas pourtant la brûlure des deux bras était telle qu'une double amputation intradeltoïdienne fut nécessaire.

Parmi les complications on ne saurait ranger la commotion ou la perte de connaissance qui accompagne fréquemment la production de la brûlure. Il s'agit plutôt d'un accident à côté de gravité d'ailleurs très variable.

Quand la syncope n'est pas définitive, le blessé reprend rapidement tous ses sens; néanmoins un état comateux plus ou moins accentué peut persister assez longtemps, même jusqu'au lendemain, comme dans le cas rapporté par le Roy des Barres. On en a vu tomber sans connaissance, se relever quelques instants, et, après avoir prononcé quelques mots très sensés, retomber morts (Jellinek).

Pronostic

Le pronostic se tire du siège, de l'étendue et de la profondeur de la brûlure. Bénin quant à la fonction du membre avec les brûlures superficielles peu étendues, il doit être évidemment très réservé avec les brulûres qui intéressent nerfs, muscles et tendons. La perte de substance qui en résulte ne peut que déterminer des déformations articulaires, des attitudes vicieuses, diminuant d'autant la capacité fonctionnelle du membre intéressé. Plus grave encore, cela va sans dire, est la

lésion qui nécessité une amputation : de l'index et de l'annulaire dans le cas de Mauclaire, de l'avant-bras et du pied dans celui de Robinson de Syracuse, des deux bras dans celui de Caillaud, du bras gauche et des deux jambes dans celui de Bazy.

Le pronostic peut être encore aggravé par les *troubles trophiques* survenant dans la région brûlée. A ce niveau, la peau peut prendre une teinte violacée, cyanique et présenter de l'hypothermie locale, tout comme dans l'asphyxie des extrémités ou maladie de Raynaud. Les doigts s'effilent ; les éminences thénar et hypothénar s'effacent ; des troubles secrétoires apparaissent : un blessé d'Oliveira avait constamment les mains moites. Puis l'atrophie s'étend au bras, atrophie fatale et rebelle à tous les traitements. « La moitié de ce qu'ils étaient », voilà jugé le degré de l'atrophie, par le blessé lui-même.

Enfin des manifestations d'*hystérotraumatisme* analogues au « railway spine » des auteurs américains, peuvent encore venir jeter un trouble dans le pronostic. Sans doute contractures, parésies, fourmillements, guérissent d'ordinaire très vite, à moins qu'il ne s'agisse de névrite comme dans le cas de Mauclaire, ce que démontrerait l'étude des réactions électriques. Néanmoins, pour être des troubles purement dynamiques, ils n'en sont pas moins fâcheux au point de vue de l'incapacité temporaire. Témoin le forgeron cité par Nothnagel qui, frappé de la foudre, se releva paralysé de la main droite et ne guérit brusquement qu'au bout de six mois.

Ces cas d'hystérotraumatisme sont d'autant plus curieux à étudier que l'électro-thérapie, si efficace en pareil cas, n'a ici aucune influence. L'effet est plutôt néfaste, parce que le patient redoute de voir s'étendre et s'aggraver les phénomènes paralytiques dont il souffre déjà. Parfois cette crainte de l'électricité est telle que la victime abandonne sa première profession pour une bien plus pénible, comme l'a fait notre blessé, lequel est entré à la voirie.

Il importe donc au point de vue de l'application de la loi du 9 avril 1898, de ne pas s'éterniser dans une prolongation non seulement inutile mais nuisible et de conclure par une évaluation appropriée avec indication de revision. Ainsi sera jugulée la sinistrose. Pour ce qui est de l'évaluation de l'incapacité permanente partielle, elle n'offre pas de difficultés spéciales. Il est bon de se rappeler toutefois qu'à assez longue échéance l'atrophie musculaire du membre atteint est encore possible, comme en fait foi une observation d'Oliveira Néry.

Il faut savoir aussi que la brûlure électrique peut être volontaire. Ce moyen très moderne de se mutiler a été observé à Vienne par Jellinek. L'ouvrier en question avait entouré un doigt de plusieurs spires de fil de fer et, le courant établi, s'était carbonisé tout ce segment de membre.

CHAPITRE IV

Traitement et prophylaxie

Le traitement des brûlures et des accidents qui les accompagnent ou les compliquent sera prophylactique et curatif.

Le traitement curatif des brûlures peu profondes, étant donné qu'elles sont indolores et aseptiques, sera des plus simples. Si nettoyage, ou mieux, aseptisation et protection par un pansement approprié constituent toutes les indications pour une brûlure ordinaire, à plus forte raison pour la brûlure par l'électricité. Le nettoyage « complet et doux » recommandé par Mme Nageotte sera facilité par l'état indolore de la lésion. On n'aura pas à craindre non plus ici de faire des « frictions de pus » étant donné son évolution aseptique, que pourront maintenir telle d'ailleurs quelques applications de teinture d'iode. Pour les mêmes raisons, le pansement si communément employé, à la vaseline boriquée bien pure, ou les pommades antiseptiques et analgésiques comme celle de Reclus, trouveront des indications moins nettes. Et si pour des raisons contraires, elles

étaient employées, dès que commencera le travail d'épidermisation, elles devront faire place au pansement sec aseptique comme étant plus favorable à cette réparation des téguments.

Se basant sur l'étiologie un peu spéciale des brûlures par les courants continus du fait de leur action électrolytique, certains on proposé un pansement différent pour l'anode et la cathode. L'eschare de la cathode gagnerait à être pansé avec un antiseptique légèrement acidifié par de l'acide chlorhydrique, afin de neutraliser les caustiques alcalins qui y ont pris naissance ; celle de l'anode au contraire, avec des liquides alcalins aseptiques, tels que eau de Vichy ou solution de bicarbonate de soude. Dans un cas, le lavage avec ces solutions aurait apaisé la douleur en annihilant les effets chimiques tertiaires dus au passage du courant dans les tissus.

Dans le cas de brûlures superficielles étendues, l'application de greffes épidermiques peut être envisagée. Cependant la cicatrisation assez régulière de ces plaies la rendra le plus souvent inutile.

Enfin dans le cas de brûlures profondes, lorsque les masses musculaires sont carbonisées et l'os lui-même frappé de nécrose, l'intervention opératoire s'impose. Désarticulation ou amputation sont facilitées dès le premier moment par la limitation bien nette des eschares. Ainsi sera évité le moignon conique à peu près fatal avec l'évolution spontanée, ou encore les complications méningées dans les brûlures du crâne. En pareil cas, Lester a conseillé de traiter antiseptiquement jusqu'à

ce que les parties molles gangrenées aient été éliminées et l'os mis à nu. Le chirurgien n'aurait plus alors qu'à creuser une ouverture au centre de l'os allant jusqu'à la dure-mère et à panser aseptiquement jusqu'à élimination de l'os. Mais Quénu recommande d'exciser les parties molles et, comme la table externe la plus atteinte n'est pas facile à enlever seule, étendre l'intervention par une trépanation ordinaire jusqu'à la table interne, d'ailleurs rarement intacte. Au reste, celle-ci pourrait se reproduire, surtout chez les jeunes sujets, au dépens de la dure-mère, comme le montrent les expériences de Flourens et d'Ollier ; ou bien dans le lambeau dont on recouvre par glissement la perte de substance, on pourra y comprendre un peu de périoste, point de départ d'une néoformation osseuse.

Parmi les complications les plus fréquentes se trouve l'**atrophie musculaire**, qu'elle soit due à la lésion du tissu lui-même, à la névrite ou a une circulation défectueuse. Afin de la prévenir il y aura lieu de traiter sans retard par le massage et l'électrothérapie les muscles et les nerfs qui avoisinent la lésion. C'est, d'après Bergonié, sous forme d'exercices électriquement provoqués que ce traitement agira le mieux. « On comprendra entre deux électrodes hémicylindriques le segment de membre ou le membre intéressé et l'on fera passer les courants faradiques rythmés ou inversés, de manière à produire alternativement des mouvements des fléchisseurs et des extenseurs aussi étendus que possible. Ces courants ne doivent provoquer aucune douleur. Ils aident puissamment à la circulation, à la nutrition et à la réfection des

tissus nobles limitant peut-être à son minimum le tissu cicatriciel.

Pareil traitement électrique ne saurait convenir aux **complications nerveuses autres que la névrite.** Son efficacité pourtant dans la cure des manifestations hystériques vulgaires et dans l'hystérotraumatisme est indiscutable. Mais, ici comme on l'a déjà vu, le malade se défie de cet agent qui fut cause de son mal. L'application électrique n'a plus sa puissance suggestive : d'où la raison de son insuccès. Ce traitement sera donc avant tout affaire de tact, variable suivant l'état psychique de la victime, les essais de médication déjà faits, la durée et l'étendue de la paralysie.

Le traitement de la **commotion nerveuse** et de la perte de connaissance qui trop souvent accompagnent la production de la brûlure est celui qu'il faut appliquer à tout électrocuté quel qu'il soit, qu'il y ait brûlure ou non, à cause de l'incertitude où l'on est de savoir si la syncope est définitive. Mieux vaut en cela pécher par excès que par défaut, et avoir toujours présents à l'esprit les cas d'électrocutés rappelés à la vie après plusieurs heures d'efforts, douze dans un cas.

En 1894 le ministre des Travaux public, devant le nombre croissant des victimes de l'électricité industrielle demanda à l'Académie de médecine de rediger à ce sujet le texte d'une instruction simple. Elle devait surtout viser les accidents généraux: syncope avec arrêt de la respiration.

Rédigée par Gariel, cette instruction à laquelle il n'y a encore rien à retoucher, considère l'électrocuté comme

un noyé. Aussi, tous les moyens révulsifs, en même temps que la respiration artificielle, sont indiqués. Si le choc n'a pas amené une mort instantanée, si la paralysie cardiaque n'est pas absolue, c'est-à-dire s'il n'y a pas de trémulations fibrillaires, l'arrêt momentané de la respiration ne suffit pas et les chances de retour à la vie sont considérables.

Ou la victime est encore en contact avec le courant ou non : si elle n'y est plus, les moyens ci-dessus indiqués doivent être rapidement appliqués, sinon les précautions suivantes doivent être rigoureusement prises car il y va de la vie du sauveteur.

Et d'abord il faut arrêter ou faire arrêter le courant; si la station est éloigné du lieu de l'accident, le téléphone peut être d'un grand secours. Souvent la chose n'étant pas possible, il faut interrompe le courant soit en le coupant avec un instrument à manche isolant, soit en établissant une dérivation avec un conducteur de faible résistance, tel qu'une barre de fer par exemple. Celle-ci reposant par ses deux extrémités sur le courant électrique en amont et en aval du point en contact avec la victime, l'intensité diminue dans cette partie, comme avec un shunt.

Au cas où pas un de ces moyens ne serait possible, on pourrait essayer d'éloigner le blessé à l'aide d'un corps isolant tel qu'une canne ou un morceau de bois sec ; ou bien encore tirer la victime par un pan de sa robe ou de son vêtement. A la rigueur on pourrait la saisir avec la main enveloppée d'une couche assez épaisse de laine ou de flanelle, 10 millimètres suffiraient. Enfin

on a proposé de jeter à terre un vêtement bien sec et de s'en servir comme d'un plancher isolant, ou encore d'éloigner le blessé en lui donnant un coup de pied tout en sautant. Autant de moyens de fortune auxquels on peut être obligé de recourir, mais non sans quelques risques.

Le contact une fois rompu, il faut mettre la victime dans un lieu aéré, desserrer ses vêtement et écarter la foule des curieux. Trois ou quatre aides suffisent pour pratiquer la *respiration artificielle*. Celle-ci se fera suivant le procédé classique de relèvement des bras au-dessus de la tête, après pression latérale des parois thoraciques (méthode de Sylvester). Peut-être plus énergique et efficace est celle qui consiste simplement à comprimer la cage thoracique avec les mains appliquées largement à plat sur les parties latérales, avec détente brusque et rythmique de la pression. Quant aux tractions rythmées de la langue elles ne paraissent pas avoir toute l'efficacité qu'on leur a attribuée au début. Une difficulté s'ajoute ici : c'est la contraction énorme des muscles masticateurs, développée par le passage du courant, de sorte qu'il est parfois difficile d'ouvrir la bouche. On pourrait combiner cependant les deux procédés ou bien se contenter de maintenir la langue fortement attirée au dehors, pendant la pratique de la respiration artificielle par le procédé de Sylvester.

Comme *moyens accessoires*, la vieille médecine recommande les flagellations avec les serviettes mouillées, les aspersions d'eau froide sur la figure, les inhalations de vinaigre ou d'ammoniaque. Le père du grand Bichat,

médecin à Poncin (Ain), dans une lettre du 18 décembre 1806, dit employer des frictions sur la colonne vertébrale avec des « linges roux, trempés dans de l'eau-de-vie de marc. » Il ne s'agissait évidemment pas de victimes des courants à haute tension mais des victimes de la foudre qu'il aurait ainsi ramenées à la vie après une heure de frictions.

Dans son intéressante et originale communication au Congrès de Bruxelles (août 1910), Jellinek a apporté quelques modifications et aussi quelques compléments à ce traitement classique. Il recommande d'abord de mettre la tête du blessé sur le même plan horizontal que les épaules et même un peu élevée, car, avec une hémorragie cérébrale, si la tête est trop basse, l'écoulement de sang lèse profondément la matière cérébrale. L'examen préventif de la bouche et de la gorge doit être pratiqué, afin d'en retirer les dentiers ou corps étrangers qui pourraient s'y trouver. La gorge surtout devra être constamment surveillée, car dans un accident survenu à Vienne la victime, sortant de déjeûner, eut la trachée et les bronches obstruées par le contenu stomacal.

On pourra tenter encore le massage et l'excitation électrique du cœur, l'irrigation rectale avec de l'eau très froide, à 0° si possible. Si c'est un médecin qui prodigue les soins, il pourra faire une saignée, ou encore une ponction lombaire, pour diminuer la tension du liquide céphalo-rachidien, hypertension que Jellinek a trouvée toujours constante, cliniquement aussi bien qu'expérimentalement.

Enfin dans les cas désespérés, il pourra appliquer le même courant, cause de l'accident, avec l'électrode positive au cœur et l'électrode négative au rectum, car les courants de haute tension auraient la propriété de faire cesser les trémulations fibrillaires. Ainsi il suffirait d'appliquer rapidement à un chien un courant de 1.400 volts et de pratiquer la respiration artificielle, pour que le cœur reprenne son rythme normal. En réalité, de par la rapidité avec laquelle il devrait être appliqué et de par les dangers qu'il peut présenter, ce procédé est pratiquement irréalisable. Tout aussi inapplicable est celui prôné par Rodenwalt à la place de la respiration artificielle : à savoir le massage du cœur et les procédés tétanisants.

En aucun cas il n'est permis d'employer les excitants liquides par la voie buccale tels que cognac, spiritueux, à cause des dangers de suffocation. La plus grande constance devra toujours être apportée dans l'application des premiers secours, car on n'est jamais sûr que la mort soit réelle et qu'un retour à la vie ne viendra pas tout à coup récompenser des efforts qu'on pouvait croire inutiles et vains. D'après Jellinek, la plupart des morts, sinon toutes, seraient dues au manque de persévérance ou à l'inintelligence des soins prodigués.

Mesures prophylactiques

Les mesures prophylactiques concernent deux classes d'individus : d'une part les ouvriers relativement instruits sur les dangers qu'ils peuvent courir, d'autre part

le public très étranger aux choses de l'électricité. Or c'est par l'instruction des uns et des autres que l'on évitera de plus en plus les accidents.

Au public, en un temps où il ne va plus y avoir de bourgade qui n'ait sa ligne électrique, il faut apprendre le danger qu'il y a à grimper à un support ou à atteindre par un moyen quelconque un fil conducteur. Il faut lui apprendre aussi à ne pas toucher à un câble tombé et à ne pas approcher non plus des étincelles ou des clartés qui peuvent se trouver le soir au bord des routes. Quelque inoffensifs qu'ils puissent paraître, ces feux follets modernes sont autrement dangereux que ceux dont nos grand' mères embellissaient leurs contes pour jeter l'émoi dans l'âme des tous petits. Car, à côté du conducteur incandescent peut s'en trouver un second, qui tuera l'imprudent attiré par les étincelles. C'est la tâche de l'instituteur, au cours des adultes, de frapper l'imagination d'un chacun par des illustrations et des planches murales, représentant les méfaits des courants électriques, car suivant le vieux proverbe : Verba movent exempla trahant. Il faudra enfin, au cas où un accident se produirait, que chacun sache porter secours d'une manière prompte, efficace et sans danger pour lui-même.

Pour les ouvriers, surtout pour les apprentis, l'instruction ne sera pas moins utile ou même nécessaire. Dans des conférences, par des dessins, on leur démontrera qu'une fanfaronnade qu'on s'est permise impunément une première fois, peut être mortelle une seconde, dans des circonstances apparemment analogues ; que l'imprudence, l'oubli ou la négligence peuvent être suivis d'ac-

cidents graves. Témoin l'ouvrier électricien, qui dans une cour humide urinait sur une batterie d'accumulateurs, quand il reçut un choc qui eut pu lui être fatal, si sa vessie n'avait coupé le courant en supprimant le jet. Pareil accident est arrivé à des pompiers qui, au cours d'un incendie, avaient dirigé leur lance sur des conducteurs électriques, établissant une communication directe avec le sol par la colonne liquide et les mains humides.

En aucun cas, un ouvrier ne devra se démunir de ses moyens de protection pour toucher à des fils ou appareils, alors qu'il peut être en contact direct ou indirect avec le sol. Des gants en caoutchouc ou, à cause de leur fragilité, en perles de verre, des outils à manche isolant, seront constamment à sa disposition. Des chaussures à semelle isolante en caoutchouc ou des sabots de bois très secs pourront être également très utiles. Mais ce qui donnera le plus de sûreté à l'ouvrier c'est l'usage d'un vêtement métallique, avec gants et chaussures de même tissu, qui le mettra dans la situation de la maison protégée par un paratonnerre de Melsens ou de l'oiseau à l'abri dans la cage de Faraday.

De leur côté les sociétés d'exploitation devront apporter dans leurs installations le maximum de sécurité. Les génératrices, transformateurs, surtout les tableaux de distribution seront entourés d'un plancher aussi isolant que possible. Les cables reposeront sur des supports solides, garnis de piquants ou de ronces artificielles, avec une plaque indiquant le danger. Les conducteurs à haute tension ne devront pas voisiner avec

les fils télégraphiques ou téléphoniques à moins d'être protégés par des berceaux en fil de fer. Pour les cables destinés à la traction, surtout en ville, on devra employer le plus possible la prise de courant souterraine, abandonner le système à plots dont Arloing a étudié les effets funestes sur le cheval, et vérifier souvent les soudures dans le système à trolley. Si la prise de courant se fait sur un rail parallèle, dans un endroit ouvert au public, comme à la gare d'Austerlitz à Paris, une boîte isolante laissera juste le passage libre pour le frotteur. Et ainsi sera réduit au minimum le nombre des accidents dus à l'ignorance ou à l'inattention.

CHAPITRE IV

Rôle de la brûlure

Le rôle de la brûlure vis-à-vis de l'accident mortel serait assez difficile à préciser si les conditions mêmes de la mort ne nous étaient préalablement connues.

Comment tuent les courants

Nombreuses sont les *théories* émises sur le mécanisme de la mort par les courants électriques. Sans rappeler ici les expériences de Priestley en 1766 à l'aide des bouteilles de Leyde, ni les théories de Marat exposées en 1784 dans son *Mémoire sur l'électricité médicale ;* sans s'attarder davantage aux expériences de Tourdes de Strasbourg ou au travail plus récent de Grange sur l'Accident des Tuileries en 1884, il faut arriver à d'Arsonval pour avoir une conception plausible du mécanisme de la mort.

D'après lui, la mort surviendrait par effet disruptif, c'est-à-dire par destruction des tissus dans les cas de fulgurations (foudre ou bouteilles de Leyde) et par inhibition, c'est-à-dire par voie reflexe, dans le cas d'électrocution (courant continu ou alternatif).

Brown et Kénelly en 1889 avaient montré, par des expériences faites au laboratoire d'Edison sur des chiens et des veaux, qu'un voltage minimum est nécessaire, quand la fréquence est de 34 périodes.

Tatum, lui, trouvait que le courant agit directement sur le cœur, ainsi que le montre la section des pneumogastriques ou l'atropinisation de l'animal, équivalente à cette section.

Mais c'était à Prévost et Batelli, qu'il était donné de déterminer avec toute la précision possible en des expériences si délicates les conditions et le mécanisme de la mort par électrocution. Voici quels sont leurs résultats.

Des chiens anesthésiés, dont la peau a été soigneusement rasée, nettoyée, pour éviter les causes d'erreur dues aux résistances, sont soumis à un courant alternatif de 50 périodes. Le voltage seul varie.

Jusqu'à 120 volts, le cœur s'arrête et présente des trémulations fibrillaires musculaires ; la respiration arrêtée pendant les convulsions, reprend ; il y a des contractions violentes dans tous les muscles avec accès tétanisants. La mort survient par arrêt du cœur.

De **240 à 600 volts**, le cœur ne bat plus, la respiration cesse ; les convulsions sont violentes ; la mort est due à la fois à l'arrêt des fonctions respiratoire et cardiaque.

De **1.200 à 4.800 volts**, le cœur continue à battre avec vigueur et rapidité, mais la respiration est suspendue ; des convulsions violentes apparaissent si le courant passe peu de temps, mais cessent s'il dure longtemps ;

la mort survient par arrêt de la respiration, si l'application du courant n'est pas de courte durée.

Ces résultats bien qu'un peu variables avec les animaux autres que le chien et avec l'homme, permettent cependant de conclure en résumant : jusqu'à 200 volts, mort par arrêt du cœur ; de 200 à 600 (moyens voltages) mort due à la fois à l'arrêt du cœur et de la respiration ; avec les hauts voltages (1.200 à 4.800 et plus), mort par arrêt de la respiration, si la durée du contact est assez longue.

Ainsi déterminé expérimentalement, le mécanisme de la mort a trouvé une démonstration officielle, pourrait-on dire, dans les exécutions judiciaires en Amérique. Tant qu'on s'en tint uniquement aux courants de haut voltage, les insuccès furent fréquents, le cœur continuant à battre. Ainsi pour l'exécution de Harris S'Miller, des électrodes furent placées sur la tête et la jambe droite et un courant de 1.480 volts appliqué à trois reprises pendant dix, dix et trois secondes. Comme, après le troisième contact, le cœur battait encore très fort, on appliqua le courant une quatrième fois pendant dix-neuf secondes. Cette fois le pouls s'arrêta et la mort fut considérée comme réelle.

Plus dramatique fut l'exécution de Taylor en 1893. Un courant de 1.260 volts est appliqué pendant cinq secondes. La mort n'est pas obtenue, quand une avarie survient à la machine. Comme la respiration reparaît, on lui fait une piqûre de morphine, sans aucun résultat d'ailleurs, puis on commence l'anesthésie au chloroforme et éther. Le patient entre temps ouvre les yeux et crie.

On l'endort pourtant jusqu'à résolution complète, on le remet une deuxième fois sur la chaise d'exécution et, plus d'une heure après le premier contact, une application de quarante secondes de durée a raison de ce trop vigoureux criminel.

Aussi, profitant des études récentes sur le danger particulier présenté par les courants de faible ou surtout de moyen voltage, l'assassin de Mac Kinley reçut-il un courant de 1.800 volts pendant cinq secondes, ce qui inhiba le centre respiratoire et la sensorium, puis un courant de 300 volts pendant trente secondes ce qui mit le cœur en trémulations fibrillaires.

L'on aurait tort cependant, dans la genèse de la mort, d'attribuer tout le rôle au seul voltage. *La forme du courant importe* ici, le courant *continu* fourni par une dynamo ou une batterie d'accumulateurs étant, d'après Prévost et Batelli, un peu moins dangereux : il faudrait chez le chien 50 volts et non 10, pour provoquer les trémulations fibrillaires ; à des voltages plus élevés, les effets seraient sensiblement les mêmes. Arloing, qui les a étudiés chez le cheval, a observé l'arrêt de la respiration et la persistance des battements cardiaques avec 500 volts. Si l'application dure moins de cinquante secondes, l'animal ne meurt pas. Ce qui peut avoir une certaine importance sur les lignes de tramways à plots, système Liatto, non seulement pour les chevaux, mais encore pour les individus porteurs de gros souliers ferrés.

L'**intensité du courant** également est à considérer ; car si 1/10 d'ampère est dangereux, quelques milliampères, même avec un haut voltage, ne sauraient suffire.

Tout ce qui augmentera l'intensité : contact parfait, résistance faible, peau mouillée, sol humide, augmentera par suite le danger. L'accident survenu à Revel, cité par Bergonié, en est un exemple. Des fils d'une usine d'éclairage, tombés sur le sol, s'enroulèrent autour d'un seau métallique porté par une femme et la femme fut tuée ; son seau, ses mains humides, ses chaussures mouillées, ayant fermé le passage d'un courant d'une intensité assez élevée. Tel encore le cas cité par Jellinek : une jeune fille, se trouvant dans un bain, voulut éteindre une lampe électrique en mauvais état ; elle fut tuée sur le coup par le courant qui s'établit facilement avec le sol, grâce au métal de la baignoire et au tuyau de vidange. Tels enfin les cas d'accidents mortels, survenus à des individus manipulant des lampes électriques dans leur jardin, sur un sol mouillé par l'orage.

Il en serait différemment, même avec une grande intensité, si les courants étaient de **haute fréquence**. D'Arsonval et Tesla ont montré que, l'intensité fut-elle d'un ampère et la tension d'un demi million de volts, comme dans les applications médicale de la diathermie et de l'électrocoagulation, ils pouvaient traverser sans danger le mollet ou la cuisse si on règle exactement leur trajet et si l'application en est courte. La raison en est probablement que les nerfs sensitifs et moteurs, ne peuvent répondre à des vibrations si rapides, tout comme le nerf auditif est sourd à plus de 30.000 vibrations par seconde, et la rétine insensible à plus de 700 millions, correspondant au violet.

L'intensité est encore importante à considérer par

rapport à l'unité de surface : c'est la **densité du courant.** Plus la densité est élevée, plus l'organe est atteint, et comme cette densité est maximum au niveau de électrodes et sur la ligne qui les unit, on voit tout de suite l'importance qu'acquiert le point d'application du courant. Quelques volts et quelques milliampères pendant très peu de temps, au niveau de la nuque, peuvent provoquer l'arrêt définitif de la respiration. De même Prévost et Batelli ont tué le chien avec 10 volts, les électrodes siégeant sur la tête et dans le rectum ; tandis que 60 volts étaient nécessaires pour avoir le même résultat au niveau des pattes de devant. Un courant de 240 volts tue le cobaye, si les électrodes sont placées de chaque côté du thorax, c'est-à-dire sur la ligne du cœur, et 600 suffisent à peine si elles siègent au niveau des deux cuisses. C'est que le bulbe dans le premier des cas, et le cœur dans le second, sont sous la densité maximum, et par suite plus rapidement atteints.

La Résistance, ou mieux son inverse, la conductibilité, influe aussi énormément sur la production de l'accident mortel. La gravité ne peut que croître avec la conductibilité. Les cas cités plus haut, celui de Revel notamment, le prouvent surabondamment. Les courants de 20 à 120 volts, comme ceux des vulgaires lampes électriques, sont généralement peu dangereux ; et cependant, on l'a vu, ils peuvent être mortels dans les conditions particulières que nous avons énumérées. Par contre les mains sèches et calleuses, l'interposition d'un vêtement bien sec, le port de chaussures neuves, non humides, en augmentant la résistance opposée au

passage du courant, diminueront les chances de l'accident mortel.

Le *rôle joué par le vêtement sec* ou la chaussure a été témérairement, sinon héroïquement démontré par Trotter. Pour prouver ce qu'on appelait ses allégations, il fit tenir à la main par son enfant un fil de trolley de 500 volts, tandis que ses pieds, chaussés de bottines neuves, reposaient sur le rail. « N'importe qui, écrit-il, peut recevoir hardiment une secousse en se tenant un pied sur le rail conducteur du courant, l'autre sur le rail du chemin de fer, à la condition d'avoir de bons souliers bien secs » et sans clous, cela se conçoit. Et lui-même, devant la Société des ingénieurs de Londres, se tint debout, s'assit, se coucha sur un rail parcouru par un courant de 500 volts. Un galvanomètre montra qu'il était traversé seulement par un courant de quelques milliampères.

Un rôle non moins important est joué par la **fréquence des alternances ou des périodes du courant.** C'est entre 30 et 150 périodes par seconde qu'un courant peut causer la mort avec un minimum de voltage et c'est précisément la fréquence des courants habituellement employés dans l'industrie. A 400 périodes le courant alternatif serait moins dangereux à voltage égal que le courant continu.

De **la durée**, il ne saurait être question avec les faibles et moyens voltages puisqu'ils tuent par arrêt du cœur; mais avec les hauts voltages, c'est tout différent. Pour arrêter définitivement, et pas seulement inhiber temporairement le centre respiratoire, une certaine durée

de contact est nécessaire, ainsi que le montrent les exécutions en Amérique. La durée d'application a varié de quarante-deux secondes à soixante-dix, soit consécutives, soit avec trois ou quatre interruptions de cinq secondes. Ce n'est pourtant pas là un chiffre minimum. Nombreux sont les cas mortels où le contact a duré beaucoup moins. Chanoz cite celui d'un ingénieur électricien, tué après quelques secondes de contact avec un conducteur de 10.000 volts et 50 périodes. Les faits de ce genre ne sont réellement pas rares.

Enfin, parmi les causes d'ordre spécial qui peuvent influer sur la production de la mort, il faut ranger le volume, la race et l'état d'esprit.

Expérimentalement il est démontré qu'à voltage égal et à disposition semblable des électrodes, de deux chiens, le plus gros résiste le plus longtemps, parce que la densité électrique est en raison inverse du volume. De même, toutes dispositions étant semblables, un cobaye ou un lapin seront déjà tués, qu'une tortue du même poids ne présentera pas encore le moindre trouble. Il semble que la fragilité des organismes soit en raison directe du degré occupé par eux dans l'échelle zoologique. Et sans vouloir étendre ces données expérimentales jusqu'à l'espèce humaine, il est tout au moins curieux de noter cette diversité d'effets dus à la même cause.

L'*état d'esprit* (*status somaticus et psychicus*) ne saurait en dernier lieu être négligé. Zacon, au Congrès de Marseille de 1908 a insisté sur le rôle de l'état subjectif. Il y aurait une très grande différence, au point de vue des effets funestes, entre un contact avec intention

et un contact par surprise. La surprise psychique, l'émotion forte, a toujours des conséquences fâcheuses pour les fonctions vitales, lesquelles sont subitement inhibées et paralysées. Et peut-être faut-il voir dans l'absence de surprise, dans l'état d'esprit très spécial des condamnés, l'une des causes d'échec dans les électrocutions judiciaires. En tout cas, expérimentalement, un lapin est tué par un courant de 1.500 volts, et résiste lorsqu'il est chloroformisé jusqu'à disparition à peu près complète des phénomènes vitaux.

Que la mort arrive par le cœur ou le poumon, l'*autopsie* donne peu de renseignements. En dehors des lésions propres à l'asphyxie : congestions des viscères ecchymoses sous-pleurales et sous-péricardiques, suffusions sanguines dans les parois de l'estomac et de l'intestin, hémorragies capillaires des centres nerveux, on ne trouve aucune altération constante.

Jellinek et Eulenbourg ont noté des ruptures des capillaires dans la substance grise. Corrádo a trouvé également des modifications dans les cellules des centres nerveux : coagulation, chromatolyse, qu'il rapporte à des phénomènes d'électro-coagulation.

Ainsi nous apparaît donc l'accident mortel, produit par le courant, continu ou alternatif peu importe, et de fréquence comprise entre 50 et 100 périodes ; accident mortel, résultant de l'arrêt du cœur avec les basses et les moyennes tensions, de l'arrêt de la respiration avec les hauts voltages ; accident mortel enfin, favorisé par l'application d'une électrode au niveau du cœur ou

du crâne, sur un individu opposant une résistance faible au passage du courant et frappé à l'improviste.

Comment agit la brûlure

Comment la brûlure, avec eschare, vient-elle modifier ces conditions et remplir son rôle prophylactique. Apparemment en modifiant la résistance au passage du courant.

Cette résistance, on l'a vu, dont le siège est la peau, surtout la peau sèche, calleuse; cette résistance qu'accroît encore la chaussure ou le vêtement bien secs favorise l'apparition de l'accident local et protège contre l'accident général. C'est grâce à elle que des ouvriers ont pu toucher sans dommages à des courants de haut voltage et que Trotter a pu faire jouer son enfant avec un fil de trolley. Mais mieux que la callosité du plus rude travailleur, aussi bien qu'un vêtement ou un corps étranger quelconque, dont elle ne diffère pas d'ailleurs de par sa destinée, elle s'interpose entre le courant nocif et l'organisme pour atténuer ou annihiler les effets funestes de ce dernier. Avec elle, vont s'interposer aussi les gaz provenant de l'action de la chaleur sur les tissus, et cette atmosphère ne pourra que renforcer son action, car sa résistance est aussi très grande: témoin celle qui existe entre les crayons des lampes à arc, laquelle ne devient conductrice que quand elle est surchauffée et chargée de particules charbonneuses.

L'expérience de Prévost et Batelli est du reste tout aussi concluante que facile à reproduire. Il suffit de

mettre en série sur un courant de 240 volts un lapin et une lampe. La lampe s'éclaire d'abord, puis, au bout d'une seconde et demie, elle s'eteint. Le courant a été coupé avec l'apparition de l'eschare, aussi bien qu'il aurait pu l'être par un interrupteur.

Lors donc qu'un courant de haut voltage entre en contact avec un individu, celui-ci n'est pas tué aussitôt comme il le serait par un courant de moyen ou bas voltage qui mettrait définitivement le cœur en trémulations fibrillaires. De même dans l'accident de chloroformisation survenant à la période d'anesthésie confirmée, le malade ne respire plus, mais le cœur veille encore. Deux hypothèses sont possibles. Ou, sans qu'il y ait brûlure la victime est atteinte d'inhibition respiratoire, précédant de peu l'arrêt du cœur ; de sorte que le contact doit être de peu de durée et les secours rapides si l'on ne veut avoir une issue fatale. Ou bien il y a brûlure accompagnée souvent de commotion violente et de perte de connaissance ; mais ici l'effet nocif, résultat du premier choc, va être enrayé grâce au rôle isolant de l'eschare. Le contact aura beau se prolonger, la victime résistera et les soins seront couronnés de succès.

C'est grâce à cet isolement qu'un des blessés de Besson a pu être rappelé à la vie après deux minutes environ de contact avec un courant de 3.000 volts ; celui de le Roy des Barres, plusieurs minutes avec un de 4.500 ; celui d'Oliveira Néry, dix minutes environ avec un de 2.600 et celui de Tschmark un quart d'heure avec un de 6.000.

Il est concevable que, dans cette situation, aux vic-

times qui ne perdent pas connaissance, les minutes puissent paraître des siècles.

Néanmoins dans le cas de Besson, depuis le début de l'accident, il s'écoula forcément un temps fort appréciable, si l'on considère qu'il fallut arrêter la machine et que l'ouvrier, étant seul à ce moment-là, ne put pousser un cri pour demander du secours. On reste donc bien loin des 70 ou 80 secondes qui ont suffi le plus souvent aux Américains pour électrocuter leurs condamnés.

Sans doute, la durée du contact n'est pas toujours aussi longue que celles énumérées ci-dessus. Assez souvent, par l'effet des convulsions, le blessé est projeté au loin avec violence, surtout si le contact se fait ailleurs que par les mains. Mais par contre si celles-ci tiennent serré le conducteur, la contracture qui survient, rive la victime au courant, jusqu'à ce que la perte de connaissance et la chute, ou bien des secours, viennent l'en détacher. L'ingénieur électricien cité par Biraud dit lui-même : « Je restai fixé à l'appareil. Je ne vis plus rien. Je me rappelle seulement de très violentes secousses. Je croyais que c'en était fait de moi, quand j'eus le sentiment que le courant devenait plus faible et alors je perdis connaissance... Peut-être en m'évanouissant le poids de mon corps put-il me détacher. »

Cette impression, recueillie de la bouche d'un ingénieur électricien, confirmerait bien le rôle joué par la brûlure, si la sensation qu'il éprouva ne pouvait être attribuée à toute autre cause. Il est tout aussi logique d'admettre que cette sensation d'affaiblissement du courant ne traduisait que la diminution de ses propres

forces. Car dans un domaine aussi ardu, au milieu de tant d'inconnus, il serait téméraire de vouloir généraliser des faits. Les déductions à tirer des cas observés ne sont possibles que dans certaines limites ; les conclusions à formuler des expériences de laboratoire les mieux conduites ne peuvent être admises sans réserve, car les faits sont-là, qui semblent parfois contredire les unes et les autres.

Ainsi jusqu'à 120 volts, à moins de circonstances très spéciales, les courants seraient peu dangereux et pourtant Zeitschrift a vu dans une fabrique allemande 3 cas d'accidents mortels à 115. Nous en avons déjà cités de semblables.

Prévost et Batelli ont démontré que les plus dangereux étaient les courants de moyen voltage. Or, un des blessés de Néry n'a éprouvé qu'une brûlure grave après un contact avec un conducteur à 220 volts ; celui de Mauclaire, une brûlure compliquée de névrite sous l'effet d'un courant de 600 volts. Les blessés auraient dû pourtant succomber par le cœur, mis en trémulations fibrillaires.

Par contre, on voit des ouvriers, après un contact avec un courant à haute tension ayant provoqué des brûlures, même graves, succomber vraisemblablement par arrêt primitif du cœur, malgré les soins les plus intelligents, les plus rapides et les plus prolongés. Dans ce cas il est logique d'admettre que le cœur, ne se trouvant pas sur la ligne d'union des points de contact, a été atteint par une densité électrique moindre et mis tout de même en trémulations fibrillaires. D'autres fois c'est le cerveau qui a pu être atteint ou encore la moelle,

qui, d'après Leduc, est particulièrement susceptible.

Pour Jellinek, les courants de haute et basse tension ne provoqueraient que la mort apparente, laquelle deviendrait définitive par manque de secours immédiats et conformes aux règles de l'art.

Prévost et Batelli, eux, reconnaissant la parfaite inutilité des soins, lorsqu'il y a arrêt primitif du cœur, proposent de ne rien faire, la victime revenant d'elle-même de l'inhibition respiratoire.

Bergonié, lui, trouve sage d'apporter rapidement des secours dans le cas où le courant, au lieu « d'atteindre les centres nerveux semble se confiner à la suface de la peau, ne provoquant que des brûlures superficielles et des phénomènes d'inhibition presque sans gravité ». Quant à prédire si telle forme de courant, telle tension, produira des effets superficiels ou profonds, c'est difficile à dire *à priori*, car tout cela dépend d'une infinité de circonstances.

Leduc attribue l'échec de l'électrocution aux courants trop intenses qu'on emploie, lesquels produisent des plaies bouillonnantes, par électrolyse ; Jellinek, à ce que la majeure partie du courant passe à la surface, à cause du voisinage des électrodes très mouillées au niveau de la tête et du dos, comme cela se pratique en Amérique.

Bien des faits restent donc encore à expliquer ; la voie reste ouverte aux hypothèses que la clinique viendra infirmer ou confirmer. Aussi notre étude ne peut mieux se terminer que par l'exposé de quelques observations choisies, dans ce qu'elles ont de plus intéressant et de démonstratif concernant l'étiologie, l'aspect, l'évolution et le rôle de la brûlure électrique.

OBSERVATIONS

OBSERVATION I (*Inédite*)

H... Désiré, 50 ans, chargé par la municipalité de la ville de Linselles (Nord), d'établir le courant servant à l'éclairage, s'occupait, dans le poste de transformation, à ramener à 120 volts le *courant de 10.000*. Il tenait de la main gauche un fil en cuivre, quand, interpellé par un autre ouvrier, il se détourna imprudemment, et le fil en question vint prendre contact avec le conducteur à haute tension.

Il fut aussitôt projeté à terre avec violence, mais ne perdit pas connaissance, car il fut assez rapidement soustrait à l'action du courant, grâce à un appareil de sûreté dont est muni le poste. Cet appareil, qui se déclanche automatiquement lorsqu'il se produit un court circuit, ne dut pas fonctionner instantanément, ainsi qu'on le verra plus loin.

Ramené chez lui, le blessé présentait de nombreuses brûlures. La plus profonde et la plus caractéristique, siégeait à la main gauche, celle qui tenait le fil. C'était un sillon profond, traversant la paume de la main toute entière, depuis la racine de l'index jusqu'à celle de l'auriculaire, au niveau des articulations métacarpo-phalangiennes. Elle était comme entaillée dans les tissus et ses *bords à pic, secs, noirâtres, avaient l'apparence de la corne*, ce qui s'explique, étant donné l'épaisseur de l'épiderme et la fréquence des durillons à ce niveau.

Le blessé portait en outre des brûlures assez étendues et diversement localisées sur tout le côté gauche du corps. L'une d'elles siégeait sur la partie postérieure de l'avant-bras, très près du pli du coude, couvrant une surface un peu supérieure à celle d'une pièce de 5 francs. Une autre siégeait à la face postérieure de la jambe, au niveau de la tubérosité du tibia. L'une et l'autre étaient du troisième degré. Plus superficielles, mais beaucoup plus étendues, étaient celles qui couvraient une grande partie du dos et plus particulièrement la région scapulaire gauche.

On remarquera que toutes ces lésions siégeaient sur des parties saillantes, par conséquent au niveau desquelles le courant dut passer pour faire retour au sol, soit lorsque le corps fut tombé à terre, soit lorsqu'il appuya dans sa chute contre les parois, car le blessé raconte qu'il tomba face en avant ; il ne se rappelle plus bien toutes les circonstances de l'accident. Il est logique toutefois de supposer que le courant passa au niveau de ces parties encore après le premier choc et que l'arrêt du courant ne fut pas immédiat.

L'évolution de ces brûlures n'a rien présenté de particulier ; *aucune complication*. La cicatrisation s'est opérée sans réaction inflammatoire, *sans suppuration;* et l'on peut dire que la *réparation a été aussi parfaite* que possible. Il ne reste plus que deux cicatrices très lisses au niveau du coude et de la jambe gauche : celle de la main se présente comme une ligne blanche, traversant la paume, et n'est le siège d'aucune gêne ou douleur.

OBSERVATION II (*Due à l'obligeance du Dr Besson*).

Le 2 novembre 1903, M. E... 21 ans, employé à l'usine des Tramways électriques de Lille, passant dans le hall des machines

à côté d'un alternateur en marche pouvant fournir *5.000 volts*, aperçut un ruban légèrement décollé au niveau d'une des spires de l'alternateur. Il voulut le récoller et se trouva dans l'attitude suivante : le pied droit (chaussé d'une pantoufle avec clous de cuivre) étant posé sur la base en fer de l'accoudoir placé devant la machine, et la main gauche s'appuyant par la face palmaire des doigts sur la barre horizontale du même accoudoir, la main droite alla saisir à pleine main la spire pour y coller le ruban détaché. L'ouvrier reçut alors un courant d'environ *2.800 à 3.000 volts* et resta crispé sur l'accoudoir pendant *environ deux minutes*, jusqu'à l'arrêt complet du courant par la manœuvre appropriée. (L'ouvrier étant seul l'accident n'avait pu être exactement perçu au moment de sa production, d'autant plus que l'électrocuté n'avait pu émettre aucun cri.)

Il ne perdit pas immédiatement connaissance et n'éprouva absolument aucune sensation de souffrance ; il dit qu'il avait l'impression très lucide de « s'en aller » et de penser, sinon de répéter : « c'est fini... c'est fini ». C'est alors, au bout d'une minute environ, qu'il perdit connaissance : les membres étaient affreusement crispés, dirent les assistants, la tête en flexion forcée, le menton appuyé sur le sternum, la face asphyxique, le corps agité d'un tremblement intense, parfois de véritables soubresauts.

Le courant interrompu, les soins habituels lui furent aussitôt donnés avec une parfaite compétence. Une pipe solide que l'électrocuté avait à la bouche au moment de l'accident fut du plus grand secours pour permettre de saisir la langue. La connaissance revint très rapidement et le blessé fut apporté à l'hôpital de la Charité.

Examen le 3 novembre. — Pas *de phénomènes généraux* ni

d'élévation appréciable de température. Les brûlures siègent aux deux mains, à l'avant-bras droit, au creux épigastrique et au pied droit (voir *Photographie*).

Main gauche. — C'est de beaucoup la plus touchée. La paume s'appuyait sur la barre d'appui de l'accoudoir. Aussi les assistants virent très bien trois arcs jaillir entre le métal et les segments de la paume. C'est à ce niveau que les lésions sont le plus remarquables. Elles se présentent sous forme de trois cavités siégeant : 1° au niveau de l'éminence thénar ; 2° de la base des médius et annulaire ; 3° de l'éminence hypothénar. Ces *anfractuosités* sont comme *évidées, à fond noirâtre, à bords déchiquetés, dures et comme racornies ;* la plus grande (éminence thénar) a presque la grandeur d'une pièce de 5 francs et l'on aperçoit au fond les fléchisseurs de l'index profondément altérés. Le reste de la main et du poignet présente des lésions d'intensité variable ; l'épiderme est soulevé par des phlyctènes, très souvent décollées par places, et laissant apercevoir un derme dur, jaunâtre. Gonflement modéré des tissus sous-jacents ; les mouvements sont possibles, quoique très difficiles ; sensibilité conservée partout, sauf au niveau des cratères.

Main droite et avant-bras. — Les lésions sont beaucoup moins accusées. A la main, nombreuses phlyctènes. Au niveau du tiers supérieur de la face postérieure de l'avant-bras, eschare de 6 à 7 centimètres de long sur 2 ou 3 de large.

Pied droit. — A la face plantaire de 2 ou 3 orteils existe une anfractuosité, grande comme une pièce de 0 fr. 50. Çà et là des lésions érythémateuses avec phlyctènes. Il est à remarquer que les clous de la pantoufle qui chaussait ce pied furent fondus, tandis que le drap restait intact.

Enfin au creux épigastrique brûlure de forme allongée très

légère due à l'appui de la barre à travers les vêtements.

Ces brûlures furent *au début complètement indolores;* mais tandis que les cratères le restèrent toujours, les brûlures du deuxième degré s'enflammèrent et devinrent douloureuses. Le pied droit fut toujours douloureux : peut-être s'agissait-il ici d'une brûlure banale produite par la fusion des clous.

La réparation fut très longue, mais sans grands incidents, les brûlures des doigts se compliquèrent pourtant de lymphangite tandis que les *cratères restaient sans réaction inflammatoire.* La perte de substance très considérable amena des rétractions qu'appareils redresseurs ou manœuvres sous le chloroforme ne purent vaincre. La guérison ne fut complète qu'au bout d'un an et demi.

2 avril 1904 M... entra dans une filature où il gagne 2 fr. 50 par jour. Pour la perte de l'usage de la main gauche, il lui fut alloué une rente de 414 fr. 60 basée sur une réduction de 70 °/₀.

Examen le 20 avril 1911. — M... revu plusieurs fois depuis son accident présente l'état actuel suivant :

Main gauche et poignet. — Ce qui frappe c'est la maigreur de la main et la déviation du pouce, en opposition permanente, de sorte que son extrémité touche presque la racine du petit doigt. L'index, médius et annulaire sont en hyperextension à cause de l'élimination des tendons fléchisseurs. Le petit doigt est en légère flexion et semble avoir seul conservé l'intégrité de ses fonctions.

Les ongles sont exubérants; les téguments pâles, un peu bleuâtres, insensibles au niveau de la face palmaire de l'index et du médius. Il n'y a *pas de dépression au niveau des cicatrices*, lesquelles ne sont ni dures ni rayonnées. L'avant-bras gauche

mesure 3 centimètres de moins de circonférence. Le poignet ne jouit que de mouvements très limités.

Main droite et coude droit. — Cicatrices souples, indolores, non adhérentes.

Pied droit. — Perte de la deuxième phalange des deuxième et troisième orteils.

OBSERVATION III (*Besson*).

D... 35 ans, employé à l'usine des Tramways de Lille, était occupé à la réparation d'un câble avarié. A proximité se trouvait un câble à *3.200 volts*. Par mégarde le coude gauche de l'ouvrier toucha un boulon de branchement et le courant fut établi entre le coude gauche et la main homonyme qui tenait le câble à réparer et fermait le courant avec le sol. Il fut aussitôt projeté à terre avec violence et alla rouler quelques mètres plus loin.

L'électrocuté ne perdit pas immédiatement connaissance et quoique secoué par une *commotion terrible* n'éprouva aucune sensation de souffrance ; il eut l'impression d'avoir *les bras coupés à leur racine* et d'entrer dans un « anéantissement profond ».

C'est alors qu'il perdit connaissance, le corps restant animé de forts soubresauts. Les moyens thérapeutiques habituels le ramenèrent à lui au bout de dix minutes. Le blessé dit qu'il entendait nettement et se rendait compte de ce qui se passait autour de lui mais il lui était impossible de faire un signe quelconque, encore moins de parler.

Ramené chez lui, son attention fut appelée sur le bras gauche par le mauvais état de ses vêtements qui étaient brûlés. Les

Dr Besson

BRULURES PAR UN COURANT DE 3.000 VOLTS
D'UNE DURÉE DE DEUX MINUTES

ayant enlevés, il aperçut au niveau du tiers supérieur de l'avant-bras gauche une brûlure dont il n'avait pas soupçonné l'existence. Elle était, dit le blessé, très profonde et creusée comme une *fosse*. Le fond était noirâtre.

Son *évolution fut très simple*, toujours *indolore*, elle se combla petit à petit, *sans réaction inflammatoire*, *suppuration* ou suintement : « elle était *sèche* », dit le blessé qui se contentait de faire des applications de pommade astringente. La guérison demanda deux mois et demi.

Quatre ans après, l'on remarque une cicatrice parfaitement ronde, très légèrement jaunâtre, non douloureuse, sans nulle adhérence et surtout d'une souplesse très remarquable. Elle n'est en aucune façon retractile et donne l'illusion d'une greffe de Thiersch bien faite. Sensibilité normale.

D... reprit son travail le soir même de l'accident et n'a jamais éprouvé la moindre gêne.

OBSERVATION IV (*Oliveira Néry*).

G... 24 ans, replaçait sur un poteau d'où ils s'étaient détachés deux conducteurs de force motrice à *2.700 volts* (*courant continu*). Ayant touché un cable par mégarde, il perçoit une lueur éclatante et éprouve un choc terrible qui le précipite au bas de l'échelle, d'une hauteur de 10 mètres. Revenu d'un court évanouissement, le blessé est transporté à l'hôpital où il n'accuse *aucune douleur* au niveau des parties atteintes mais seulement de la contusion dans le dos, du fait de la chute.

Cependant on constate : au niveau de la deuxième phalange du pouce droit sur le bord interne *une cavité* de 3 centimètres de long sur 2 de large dont le fond et les *bords*, *réguliers*, *taillés*

à pic par places, sont carbonisés et donnent l'impression d'une brûlure du 5e degré : au fond, apparaît la phalange carbonisée elle-même; à la face palmaire une eschare noire, dure et insensible, qui sonne sous le stylet; téguments normaux en delà de l'eschare; sensibilité conservée.

A l'avant-bras gauche, sur le 1/3 moyen de la face postérieure, plaie de 8 à 9 centimètres, large de 6, profondément creusée dans les masses musculaires, comme faite « au couteau par excision des tissus ou à la curette tranchante »; fond irrégulier, rouge sombre, bords taillés à pic, non déchiquetés, grisâtes; pas de zone inflammatoire périphérique.

Le cinquième jour, des phlyctènes se forment sur les parties voisines, crèvent; la peau à leur niveau se décolle et se détache, ce qui augmente l'étendue primitive de la brûlure. Du 14 novembre au 12 janvier, *aucune douleur*, *pas de suppuration*, sauf un léger écoulement filant à la limite des tissus nécrosés. Aucune réaction inflammatoire.

A l'avant-bras, cicatrisation complète avec *cicatrice blanc rosé*, *régulière*, lisse, sans tiraillement. Au pouce eschare dure et sèche sans tendance à l'élimination; la cavité du bord interne s'est seulement un peu racornie et ses bords se sont rétractés. L'amputation de ce doigt est pratiquée sans anesthésie. L'opéré n'éprouve aucune douleur, sauf lors de l'évidement du lambeau et du passage de l'aiguille en tissu sain. Suppuration de quelques points de suture. Guérison rapide.

Il persiste de l'atrophie des deux membres supérieurs; les éminences thénar et hypothénar sont effacées; les doigts effilés, froids, violacés. Dix mois après l'accident, le malade n'avait pas repris le travail et se plaignait d'avoir complètement perdu la force de ses bras.

OBSERVATION V (*Le Roy des Barres*).

Pl... 29 ans, avait grimpé à un poteau portant trois fils conducteurs de force motrice pour y installer un fil téléphonique. Il était assis sur la barre de scellement inférieur, quand le fil téléphonique vint toucher un câble à la tension de *4.500 volts* et de *55 périodes*. Le courant se trouva fermé *pendant plusieurs minutes* à travers l'homme, entrant par une main et sortant par une fesse. Choc, état comateux qui ne disparaît que le lendemain.

Brûlure du 3e degré à la racine du médius et de l'annulaire gauche, longue de 3 cm. 1/2; brûlure du 4e degré à la face dorsale de l'index gauche ayant détruit tous les tissus jusqu'à l'os, tendon extenseur y compris; brûlure du 3e degré à la dernière phalange du pouce gauche et à la face postérieure de la cuisse, près du pli fessier.

Cicatrisation rapide, sans réaction inflammatoire, avec pansements au permanganate de potasse.

OBSERVATION VI (*Dubousquet-Laborderie*).

S... Henri, 27 ans, en nettoyant un transformateur à 2.800 volts établit, avec le chiffon dont il se servait, un contact entre les deux pôles. Il n'éprouva pas de commotion, mais perçut une vive lueur et entendit comme un sifflement...

Brûlures superficielles de toute la face : cheveux, cils, sourcils sont brûlés; brûlures légères également à l'avant-bras droit; enfin *brûlure profonde, arrondie*, de la grandeur d'une pièce de 50 centimes, à la face palmaire de la 1re phalange de l'index droit. Aucune sensation de douleur; le blessé ne s'est aperçu de ses brûlures de la face qu'en se regardant dans une glace.

Ni *douleur, ni suppuration*, état général excellent pendant toute la durée de la cicatrisation qui fut complète au bout d'un mois. Pansement à la vaseline boriquée.

OBSERVATION VII (*Mauclaire, in Th. Silva Pereira*).

X... est brûlé à la main gauche le 22 décembre en serrant un fil conducteur dans lequel fut lancé un courant de *600 volts*. Le contact fut d'*une minute* environ, parce que la main crispée ne put lâcher prise. Perte de connaissance. *Pas de douleur spontanée*, mais des élancements, des fourmillements, une sensation de gêne qui persistèrent une quinzaine de jours.

Le 30 janvier l'on constate au niveau de la face dorsale de la 2e et 3e phalange de l'index une *plaie atone, irrégulière ;* peau terne parcheminée, ongle exubérant. Au centre l'*os est à nu*. Sur l'annulaire, plaie au niveau du pli palmaire de la 1re et 2e phalanges ; ce doigt est effilé, et la peau, parcheminée, est collée sur la 2e phalange.

Les autres doigts sont aussi effilés et atrophiés, mais sans plaies ; *l'éminence thénar est atrophiée*, de même que l'avant-bras et le bras gauche (un bon centimètre en moins par comparaison avec le côté sain).

Motilité de la main très diminuée ; celle du pouce est presque normale, mais les autres doigts sont rigides. La sensibilité au toucher, à la température et à la douleur est disparue à la face dorsale et palmaire de la 3e phalange de l'annulaire ; elle est diminuée sur l'index. Par contre, il y a hypéresthésie très marquée au niveau de la 1re et 2e phalanges de l'annulaire. *Le nerf médian est douloureux* à la pression, au poignet, au pli du coude et au bord interne du biceps ; de même pour le nerf cubital à l'avant-bras et derrière l'épitrochlée ; le radial paraît intact. Le

plexus brachial est douloureux à la pression dans l'aisselle. Il y a du refroidissement de la main. Insomnies.

5 février. — Amputation de l'index ; guérison par première intention.

28 février. — La plaie de l'annulaire est peu modifiée ; une amputation sera probablement nécessaire.

28 avril. — Amputation de l'annulaire. Suppuration.

10 mai. — Le malade raconte que la plaie n'a pas mal suppuré après l'intervention. La pression sur le bord interne du biceps est toujours douloureuse. La main gauche est à présent plus chaude que la droite, mais l'atrophie subsiste ; les doigts, toujours effilés, remuent assez bien. Le malade se plaint de maux de tête et de cauchemars la nuit.

OBSERVATION VIII (*Quénu*).

J..., âgé de 18 ans, couvreur, nous fut amené le 1er janvier 1910 avec une fracture de cuisse survenue à la suite de chute de 22 mètres dans les circonstances suivantes : le soir du 1er janvier il était monté par bravade en haut d'un pylone en fer servant à soutenir les piles électriques qui amènent la lumière à Sceaux, lorsqu'arrivé en haut du poteau, sa tête heurta les fils conducteurs ; il perdit immédiatement connaissance et tomba d'une hauteur de 22 mètres. Transporté à l'hôpital Cochin il reprit peu à peu ses sens, passa une nuit calme, se plaignant uniquement de sa cuisse et ne souffrant nulle part ailleurs... Aucun écoulement de sang par le nez, la bouche ou les oreilles...

Le 2 janvier nous procédons à l'examen et nous trouvons les signes d'une fracture de cuisse. Au sommet de la tête dans le point culminant il existe une *petite eschare, arrondie*, de la grandeur d'une pièce de 5 francs.

Les cheveux très abondants ont été coupés autour de la plaie; on rase la tête; on incise dans toute l'étendue de l'eschare et on constate que l'os ne présente aucune fêlure... Plaie insignifiante à la main droite ; pas de brûlures ; aucune lésion nulle part ailleurs.

On installe un appareil d'Hennequin ; le 4 mars le blessé se lève et au bout de quelques jours, il sort muni d'un pansement sur la tête.

Il rentre le 10 juin ; sa plaie céphalique dépasse toujours les dimensions d'une pièce de 5 francs ; les *bords suppurent* un peu ; la peau est décollée du crâne tout autour à la partie postérieure du point où l'os suppure; le reste est sec, nécrosé; teinture d'iode et pansement sec.

Le sequestre tardant à s'éliminer, et bien qu'il n'y ait eu ni mal de tête ni signes d'infection menaçant les méninges, nous procédons le 20 juin à l'extraction du fragment crânien nécrosé à l'aide d'une trépanation périphérique en partie saine.

OBSERVATION IX (*Bazy*).

(*Communication à la Société de Chirurgie, 6 déc. 1911.*)

Un employé d'une usine électrique a été électrocuté par un courant triphasé de *10.000 volts* dans les conditions suivantes :

Il est amené à saisir avec la main gauche un des câbles conducteurs où passait le courant susdit.

Il s'établit un courant entre le conducteur et le sol et le résultat est une brûlure totale de la main, de l'avant-bras gauche et de la moitié inférieure du bras, une brûlure totale des pieds et de la moitié inférieure des deux jambes, plus une brûlure profonde de la région sous-maxillaire dont le mécanisme est le suivant :

Sous l'influence du courant, les muscles du membre supérieur s'étaient contracturés, et la tête avait été portée contre la main gauche crispée par le conducteur : la région sous-maxillaire gauche s'était mise en contact avec la main et il en est résulté une gangrène de la peau et une nécrose d'une partie du maxillaire inférieur.

Le malade a eu en outre dès le deuxième jour un ictère intense et prolongé, de l'hématurie prolongée, ce qui prouve que le foie et le rein avaient été touchés par le courant électrique.

Contre toute attente, étant donnée la gravité de tous ces accidents, ce malade a guéri après amputation retardée du bras gauche et des deux jambes et a pu partir pour la Suisse d'où il est originaire. J'ai eu de ses nouvelles, il a continué à se bien porter.

OBSERVATION X (*Caillaud*) (*de Monte-Carlo*).

(*Rapport de M. A. Broca à la Société de Chirurgie, 6 déc. 1911.*)

Le 31 mai 1911, un ingénieur de 35 ans, désirant vérifier un appareil enrégistreur de courant électrique placé contre un mur, au-dessus de sa tête, monta sur une caisse servant d'escabeau, placée au pied du mur, isolée du sol par des porcelaines. Il posa par mégarde la main gauche sur une pièce métallique scellée dans le mur et par conséquent lui donnant contact avec la terre ; puis à un moment donné la caisse venant à vaciller, pour garder l'équilibre, il lança en avant la main droite et saisit une pièce d'un interrupteur tripolaire branché sur le courant de *10.000 volts*, triphasé à *25 périodes*. Il reçut donc cette décharge d'une main à l'autre. Avant de perdre connaissance il eut le temps de sentir de terribles contractions dans les muscles

et des éclairs dans les yeux, puis il fut projeté inanimé sur le sol.

La *perte de connaissance* ne fut que *de très courte durée :* une demi-heure environ après l'accident la lucidité était parfaite, mais il y avait une très *vive agitation*. Le facies était assez bon, mais le pouls faible.

Les lésions étaient cantonnées aux deux membres supérieurs: ils formaient deux masses rigides, dures, inertes depuis l'extrémité des doigts jusqu'au tendon d'insertion du grand pectoral. A ce niveau, la limite apparaissait entre le mort et le vif, suivant un plan nettement transversal, perpendiculaire à l'axe du membre. C'était un spectacle saisissant, de voir fixés à ce corps vivant ces deux bras qu'on aurait dit appartenir à un cadavre. Au toucher toutefois, on avait l'impression d'une température très élevée.

Les avant-bras étaient en légère flexion sur les bras, les doigts en flexion prononcée. Les articulations étaient absolument rigides. La peau, d'un blanc cadavérique, avait perdu son épiderme en plusieurs endroits où le derme apparaissait avec une teinte rougeâtre ou violacée. C'est surtout au niveau des mains, que l'on pouvait observer ce dépouillement de l'épiderme en larges lames, entraînant quelques ongles. Au niveau de la face palmaire de l'index droit, on constatait une *perte de substance profonde : l'os était à nu* et autour de lui les parties molles apparaissaient calcinées.

Une épingle, enfoncée dans les tissus jusqu'aux os, ne provoquait *aucune sensibilité*, même dans la partie la plus élevée de de la lésion, alors qu'au delà la plus légère piqûre était parfaitement perçue. Il s'agissait donc d'une mortification complète ou presque complète des deux membres supérieurs, d'une sorte de

coagulation massive provoquée par le courant. Ce qu'il y avait de remarquable, c'était la *démarcation brusque, nette, précise*, qui existait entre les parties mortes et les parties vivantes, et la symétrie des lésions sur les deux membres. En dehors des bras, on ne pouvait constater d'autre brûlure que sur la partie supérieure de l'épaule gauche, mais sur une étendue seulement de 2 centimètres carrés environ, n'intéressant que la peau.

Les autres parties du corps, les organes thoraciques et abdominaux ne paraissaient pas avoir été atteints.

Le malade, agité et souffrant, fut calmé par deux injections successives de morphine d'un centigramme, et soutenu par une injection sous-cutanée de sérum artificiel. Il eut des vomissements abondants de bile l'après-midi. Examiné à 5 h. 1/2 du soir il avait une température rectale de 37°4. La respiration était irrégulière, onze par minute. Le pouls, à la carotide était faible, de 84. Le lendemain matin, 1er juin, à 8 heures, T. 37°4 ; pouls faible, 104 ; respiration difficile, irrégulière, 32 à la minute.

La quantité d'urines émises depuis l'arrivée du malade, 24 heures, est seulement d'un quart de litre. Elle est très brune, fortement albumineuse, renfermant des cylindres assez abondants. Sa coloration est due à l'hémoglobine sans traces de globules rouges.

Les vomissements ont persisté la nuit. Localement on observe un gonflement assez notable dans les tissus sains qui sont sur la limite des parties mortes. Ce gonflement est un peu douloureux. En somme il y a aggravation de l'état général et local depuis la veille au soir.

L'opération s'impose donc immédiatement : ce fut des deux côtés une amputation intradeltoïdienne... La délimitation des tissus sains et des tissus mortifiés se fit avec la plus grande faci-

lité, non seulement au niveau de la peau, mais aussi dans les parties profondes : les muscles brûlés étaient de coloration brune et présentaient une abondante extravasation de sang noir entre les faisceaux et leurs fibres. Les vaisseaux, artères et veines humérales, étaient thrombosés.

Le malade, malgré son *mauvais état général*, supporta assez bien cette double amputation...

L'état général s'améliore promptement et le 5 juin l'état est normal.

Les plaies d'amputation se cicatrisèrent régulièrement, sans suppuration, mais lentement... La *réparation, le bourgeonnement de ces plaies furent longs*. De même, la petite brûlure insignifiante placée sur l'épaule et qui n'intéressait que la peau mit environ cinq semaines à se cicatriser. Le malade fut guéri définitivement en sept semaines.

CONCLUSIONS

La brûlure électrique est une lésion circonscrite de la peau et des tissus sous-jacents, produite par le contact direct d'un conducteur avec le corps humain.

Elle *se distingue* des lésions produites par le rayonnement d'un foyer électrique ou par l'arc qui jaillit entre deux conducteurs, le « coup de feu ». Dans le premier cas, ce sont les rayons chimiques, violets et ultraviolets, qui agissent, et dans la seconde, c'est l'étincelle, la flamme.

Ce *qui influe sur sa production* autant que sur *sa gravité* c'est : 1° la *forme* du courant, le continu ajoutant à l'action thermique une action électrolytique ; 2° l'*intensité* du courant, laquelle est en rapport avec le voltage et fait croître la quantité de chaleur dégagée, l'effet thermique, proportionnellement à son carré ; 3° la *densité* du courant, c'est-à-dire sa concentration sur une petite surface de contact ; 4° la *résistance* opposée par le corps humain et principalement par la peau, surtout la peau sèche, épaisse et à callosités, comme les mains des ouvriers ; 5° la *durée du contact*, prolongée dans certains cas par la contracture des fléchisseurs.

La brûlure électrique ne présente des *traits cliniques bien spéciaux* qu'à partir d'un certain degré (le troisième). Elle se montre parfois sous forme d'eschare noire, parcheminée, à *bords bien délimités;* plus souvent sous forme de « cratère », creusée *en corps de curette*, à bords nettement tranchés, secs, et présentant partout le même degré de gravité. Elle est *généralement indolore* et ne s'accompagne ni de réaction inflammatoire, ni des accidents congestifs, communs aux brûlures ordinaires, sauf dans les cas assez rares où elle est très étendue et très profonde.

L'évolution se poursuit le plus souvent aseptiquement ou du moins *sans grande suppuration*, et la cicatrisation, *souvent lente à se faire,* se montre *lisse, souple*, sans brides fibreuses comme sans adhérences profondes. La réparation s'opère bien, à moins de pertes de substance trop considérables, auquel cas on trouve comme partout, les rétractions, les attitudes vicieuses et les incapacités fonctionnelles qui en résultent. Les complications sont des plus rares.

Etant donnés ces caractères et cette évolution, le *traitement est des plus simples* : pansement aseptique, dont l'action sera rendue plus efficace par des applications espacées de teinture d'iode. Au cas où les masses musculaires sont carbonisées et les os eux-mêmes nécrosés, l'intervention chirurgicale s'impose ; elle sera facilitée d'ailleurs par la limitation très nette des eschares.

Le *traitement de la commotion* avec perte de connaissance qui accompagne souvent la brûlure sera celui de l'asphyxie en général. C'est-à-dire qu'on pratiquera à

tout électrocuté qui gît inanimé, la respiration artificielle et les autres manœuvres usitées en pareil cas. Ces soins devront être prodigués avec rapidité et persévérance, à cause de l'incertitude où l'on est de la réalité de la mort.

La mort est l'effet du courant continu ou alternatif : peu importe la forme ; avec le courant alternatif, la fréquence la plus dangereuse est comprise entre 50 et 100 périodes par seconde ; l'intensité est toujours facteur de gravité, puisque la puissance du courant croît comme elle. Pour le voltage, c'est différent : les bas voltages étant plus dangereux que les hauts. Leur action n'est d'ailleurs pas la même : les basses tensions amènent la mort par arrêt du cœur; les moyennes, par arrêt du cœur et de la respiration, et les hautes, par inhibition respiratoire. Dans ce dernier cas, la mort n'est pas instantanée, fatale, comme dans les précédents ; et si le contact dure peu, le blessé peut revenir à la vie ou y être ramené par des soins rapides et conformes aux règles de l'art.

Le **rôle de la brûlure** est de soustraire aussitôt la victime aux effets funestes du courant, lorsque pour une cause quelconque, le contact se prolonge et pourrait durer assez longtemps pour amener la mort; car la lésion produite alors au point de contact, augmente à ce point la résistance opposée au passage du courant, qu'elle joue pour ainsi dire le rôle d'isolant ou d'interrupteur.

De sorte que la brûlure, effet local, et la mort, effet général du courant sur l'organisme, semblent se faire

opposition, tout ce qui favorise la première s'opposant à la seconde. Mais la genèse est liée à tant d'influences difficiles à apprécier, qu'il serait très osé de se montrer catégorique sur le rôle qui est dévolu à l'une vis-à-vis de l'autre.

Vu : le Président de la thèse.
RECLUS

Vu : le Doyen,
LANDOUZY

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
L. LIARD

BIBLIOGRAPHIE

Arsonval (D'). — Effets des décharges, courants continus et alternatifs sur les animaux. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 4 avril 1887.

— La mort par l'électricité dans l'industrie (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1887, p. 95).

Baeskow. — Zwei elektrische Unfælle (*Monatschr. für Unfalheilk.* Leipzig, 1903, p. 307-324).

Balthazard. — Les brûlures par l'électricité (*Arch. d'élect. méd. de Bordeaux*, 1907, p. 98-104).

Batelli. — La mort et les accidents par les courants électriques industriels (*Arch. d'élec. méd. Bordeaux*, 1902, p. 777).

— La mort et les accidents par les courants électriques (*Annales d'électrobiologie*, 1903, p. 10).

Baudouin (M.). — Dangers de l'électricité à haute tension (*Progrès médical*, 1890, p. 6).

Bergonié. — Traitement des accidents causés par l'électricité industrielle (*Paris médical*, n° 2, 1910).

Berthon-Gaguière-Hedon Lisbonne. — Contribution à l'étude de l'action des courants alternatifs ou de haute tension sur l'organisme (*Arch. d'élec. méd. de Bordeaux*, 1909, p. 123).

Besson. — Les brûlures par l'électricité industrielle (*Arch. générales de chirurgie*, mars 1911, p. 260).

Biraud. — La mort et les accidents par les courants électriques de haute tension (*Th. de Lyon*, 1892).

Bois. — Des divers accidents causés par la foudre et les courants électriques de haut voltage (*Lyon médical*, 1903, p. 1082).

Broca et Bazy. — Brûlures des deux membres supérieurs par un courant électrique de 10.000 volts (*Bulletin de la société de chir.*, 12 décembre 1911, p. 1352).

Brown. — Comparative danger to life of electric currents (*New-York med.*, 1889).

Cadiot (P.-J.). — Accidents caused by surface contact electrical tramways (*Comp. path. et therap.* Edimb. and Lond., 1903).

Clermont et Ducuing. — Brûlures par un courant électrique de haut voltage (*Toulouse méd.*, 1911, 2e sem., 378-382).

Deshayes. — Des accidents par les fils électriques et des moyens d'y remédier (*Tribune médicale*, Paris, 1895, p. 795).

Durand. — Sur un cas de mort causé par l'électricité industrielle (*Th. de Paris*, 1894).

Foveau de Courmelles. — Moyens de supprimer les accidents de la traction électrique (*Méd. des accid. du travail*, 1904, p. 370).

Fradin. — La résistance électrique du corps humain (*Th. Paris*, 1906).

Galimard. — Effets mortels de l'électricité (*Th. de Lyon*, 1903).

Gariel. — Rapport sur les usines électriques à la Société de médecine publique (*Revue d'hygiène*, fév. 1892).

Grange. — Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel (*Th. de Paris*, 1885).

Hack (Maximilian). — Verletzungen und Tod durch industriele elektrische Strœme (*Inang. Dissert. Münschen*, october 1900).

Haman. — Electrical burns followed by dry gangrene; recovery (*Month. Philad.*, 1907, p. 211-213).

Harrison. — Two cases of severe non fatal electric shock (*St. Barth. hosp. J.*, Londres, 1909-1910, XVII, p. 5).

Jablowski. — Accidents causés par les courants électriques de haute tension (*Boston médical*, 1900).

Jellinek. — Der Tod durch elektricitæt (*Wien. klin. Wocheschr.*, 1903. p. 1139-1144).

— La mort et les accidents par l'électricité (Congrès intern. de med. leg. de Bruxelles, août 1910). In *Arch. d'élect. méd. de Bordeaux*, 25 août 1910, p. 715-722.

— Pathologie Therapie und Prophylaxe der elektrischen Unfælle (*Dentsche med. Wocheschr.* Leipz. und Berl., 1907, p. 374-421).

— Uber elektrische Unfælle (*Münschen med. Wocheschr.*, 1907, p. 4-12).

— Die Gefahren der elektrischen Betriebes und Hilfe bei Unglücksfællen durch Starkstrom (*Wien. Klin. Wochesch.*, 1907, p. 1427-1434).

Juilliard. — Les accidents par l'électricité (*Revue suisse des accidents du travail*, 1910).

Kenelly. — Experiments conducted by Kenelly and the Edison laboratory (*Electrical Review.*, 22 sept. 1888).

Kratter. — Der Tod durch Elektricitæt (Leipzig, 1896).

Laborderie (J.). — Le rôle de l'électricité dans les accidents du travail. Paris, 1911, in-8°.

Leduc. — L'électrocution (*Arch. d'élect. méd. Bordeaux*, 1909, p. 43).

— La résistance électrique du corps humain (*Arch. d'élect. méd. Bordeaux*, 25 janv. 1904).

Lenormant. — Les brûlures produites par les courants électriques (*Presse médicale*, 1911, p. 572-574).

Mac Donald. — A report of seven cases of death penalty by electricity (*New-York med. Journ.*, 1890).

Mally. — Étude clinique et expérimentale sur les brûlures causées par l'électricité industrielle (*Rev. de chir.*, 1900, p. 331-334).

Mangelsdorf. — Der Tod durch Elektricitæt (*Friedreich's Bl. für Gerichtl. med.* Nüremb, 1911, p. 433).

Marie. — La mort et les accidents par les courants électriques industriels (*Arch. d'élec. méd. de Bordeaux*, 1901, n° 5).

Marvin. — Execution by electricity. (*New-York med. Record*, 1904, p. 145).

Minot. — Accidents causés par l'emploi de l'électricité industrielle et des moyens à employer pour y remédier (*Th. de Paris*, 1908).

Oberst. — Uber Verletzungen durch den Elektrischen Strom (*Münschen med. Wochesch.*, 29 juin 1909, p. 1320-1324).

Oliver. — The pathology and treatment of injuries caused by electricity (*Lancet*, London, 1911, p. 363-366).

Oliveira Nery. — Etude clinique sur les brûlures causées par l'électricité industrielle (*Th. de Paris*, 1895).

Pfahl. — Erfahrungen über Verletzungen durch Blitz und elektricitæt (*Deutsche med. Wochesch.*, Leipzig und Berlin, 1908, p. 1267-1273).

Pasteza. — Accidenti da electricita industriale e loro effeti sull' organismo (*Ann. di medi. nav.* Roma, 1910, p. 371-488).

Prévost et Batelli. — Contribution à l'étude des trémulations fibrillaires du cœur électrocuté.

— La mort par les courants électriques (In Travail du laboratoire de physio. de l'Univ. de Genève, 1899, t. I, 185-215.

Quenu, Arrou, Périer, Lucas-Championnière et Mauclaire. — Brûlures du crâne et nécrose des os du crâne par électrocution (*Bull. Société de chirur.*, 8 mars 1911, p. 366).

Reclus. — Brûlures (*Tr. de chir.*, t. I, p. 251-262).

Regnier. — Prophylaxie et traitement des accidents produits par les courants industriels (*Méd. des accidents du travail*, 1904).

Silva Pereira (de). — Contribution à l'étude des brûlures électriques (*Th. de Paris*, 1905).

Soulié. — Accidents causés par les courants électriques (*Bull. méd. de l'Algérie*, 1901, p. 138).

Stanton Mac et Krida. — The cause of death from shock by commercial electric currents and the treatment of the same (*New-York State Jo. med.*, p. 412-419, 896-902).

Tacchetti. — Sulle consequenze e complicanze degli accidenti elettrici dell' industrici (*Ann. di med. nav.* Roma, 1908, p. 460-470).

Tarnowsky (de). — Commercial electricity and its dangers (*Illinois med Jo.* Springfield, 1906, p. 502-508).

Tilton. — Burns and the effects of electric currents and lightning (In *Ann. Pract. Surgery*, New-York, 581-591).

Trotter. — Electric shock at 500 volts (*Lancet*, 1902, p. 809).

Tschmark. — Quelques cas d'accidents par les courants électriques (*Med. gesellsch Magdeburg*, déc. 1909).

Walckenar. — Accidents dus à l'électricité. Soins à donner aux foudroyés (*Ann. d'hyg. et de méd. légale*, Paris, 1900, p. 88).

Weiss. — La résistance électrique du corps humain (*Arch. d'élect. méd. de Bordeaux*, 1893).

Witz (A). — Les victimes de l'électricité (In-8, 1900).

MAYENNE, IMPRIMERIE CHARLES COLIN